

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

001672873

WPI Acc No: 1977-A9338Y/197705

Stator or rotor for electrical machine - is made from stack of comb shaped strips bent into circle

Patent Assignee: EQUIP ELEC VEHICULES MARCHAL (MCHL); S E V ALTERATEURS (SEVA-N)

Number of Countries: 006 Number of Patents: 009

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 2629532	A	19770127			197705	B
FR 2316776	A	19770304			197715	
BR 7604385	A	19770726			197732	
FR 2341976	A	19771021			197749	
FR 2342576	A	19771028			197750	
US 4102040	A	19780725			197844	
GB 1546911	A	19790531			197922	
IT 1074246	B	19850417			198542	
DE 2629532	C	19881124			198847	

Priority Applications (No Type Date): FR 765287 A 19760225; FR 7520927 A 19750703; FR 764317 A 19760217

Abstract (Basic): DE 2629532 A

A ring shaped stator or rotor for an electrical machine, particularly for a vehicle generator is made from a stack of metal strips which are stamped from metal sheets, to give a set of comb shaped strips. These strips are straight, and are all identical. The strips are stacked to a required thickness and bent over a circular sector with any angle up to 360 deg., whose axis is perpendicular to the lamination plane, to form a ring.

These strips are bent into a circle around a toothed wheel (7) by using pegs (10) which fit between the teeth of the strips and which are engaged by the toothed wheel. After forming into rings, the ends of the strips are connected.

Title Terms: STATOR; ROTOR; ELECTRIC; MACHINE; MADE; STACK; COMB; SHAPE; STRIP; BEND; CIRCLE

Derwent Class: V06; X11; X21; X23

International Patent Class (Additional): H02K-001/06; H02K-015/02

File Segment: EPI

?



⑪

Offenlegungsschrift 26 29 532

⑫

Aktenzeichen: P 26 29 532.9

⑬

Anmeldetag: 1. 7. 76

⑭

Offenlegungstag: 27. 1. 77

⑮

Unionspriorität:

⑮ ⑮ ⑮

3. 7. 75 Frankreich 7520927

17. 2. 76 Frankreich 7604317

25. 2. 76 Frankreich 7605287

⑯

Bezeichnung:

Verfahren und Vorrichtung für einen Stator oder Rotor einer elektrischen Rotationsmaschine

⑰

Anmelder:

S.A. pour l'Equipeement Electrique des Vehicules S.E.V.-Marchal;
S.E.V. Alternateurs; Issy-les-Moulineaux (Frankreich)

⑱

Vertreter:

Hann, M., Dipl.-Chem. Dr.rer. nat., Pat.-Anw., 6300 Gießen

⑲

Erfinder:

Rich, Bernard, Issy-les-Moulineaux (Frankreich)

S.E.V. MARCHAL Société Anonyme pour l'Équipement Électrique
des Véhicules und S.E.V. ALTERNATEURS, Issy Les Moulineaux,
Frankreich

VERFAHREN UND VORRICHTUNG FÜR EINEN STATOR ODER ROTOR EINER
ELEKTRISCHEN ROTATIONSMASCHINE

Es ist bekannt, daß die Statoren bei elektrischen Rotationsmaschinen, insbesondere Wechselstromgeneratoren bei Automobilen, aus aufeinandergeschichteten Blechen bestehen, wobei dieser Schichtkörper allgemein die Form eines zylindrischen Rings aufweist und auf seiner zylindrischen Innenwandung mit Einkerbungen versehen ist. Dieselbe Konstruktion gibt es für Rotoren bei elektrischen Rotationsmaschinen. Zur Konstruktion von ringförmigen Statoren oder Rotoren dieser Art wurde bereits vorgeschlagen, in Form des Stators oder Rotors ringförmige Bleche zu schneiden oder stanzen, welche zur Bildung des Stators oder Rotors aufeinander geschichtet werden. Der Stanzvorgang zur Herstellung eines Rings bringt jedoch notwendigerweise einen erheblichen Materialverlust während des Stanzens mit sich, denn - angefangen beim ersten Blech - verliert man einerseits den mittleren Bereich des Rings und andererseits eine bestimmte Oberfläche um den Aussenrand des Rings. Dieser Materialverlust erhöht den Herstellungspreis der auf diese Weise hergestellten Elemente beträchtlich. Zur Herabsetzung des Materialverlustes wurde bereits vorgeschlagen, ringförmige Sektoren zusammenzusetzen, da das Stanzen von Sektoren mit einem geringen Materialverlust durchführbar ist; während der Montage des Stator- oder Rotorelements müssen jedoch die auf diese Weise gestanzten Sektoren zusammengesetzt werden, um vollständige Ringe zu bilden, und dieser Vorgang neutralisiert aufgrund der damit verbundenen Schwierigkeit den mit der Verringerung der Schneidabfälle erzielten Vorteil.

Des weiteren wurde, beispielsweise in den USA-Patenten 1 920 154, 1 920 155, 1 920 354 und 1 970 536 vorgeschlagen, ein kontinuierliches Band in ein Blech zu schneiden, dessen eine Kante geradlinig verläuft und dessen andere Kante

Kerben in Form von Zacken aufweist, wobei das Band an -
schliessend auf der Schmalseite zur Bildung des Stators
spiralförmig aufgewickelt wird. Das Schneiden des Bandes
kann mit einem sehr geringen Materialverlust erfolgen,
da man gleichzeitig in ein rechtwinkliges Blech zwei identische
Bänder stanzen kann, wobei die zwei aufeinanderfolgende Kerben
eines Bandes trennenden Zähne schuppenartig in die zacken -
förmigen Kerben des anderen Bandes eingreifen. Die automatische
spiralförmige Aufwicklung der geschnittenen, ausgezackten
Bänder bringt grosse Schwierigkeiten dadurch mit sich, dass
die Zähne einer Wickelspirale sich präzise den Zähnen der
vorangehenden Spirale gegenüberliegend befinden müssen. Die
erforderlichen Wickelmaschinen sind daher von ausserordent -
licher Komplexität, derart, dass der Herstellungspreis der
Statoren einerseits durch die Amortisation der Maschinen und
andererseits durch die Installations- und Wartungskosten sowie
durch die Kosten für die Justierung im Laufe der Benutzung
erhöht wird.

Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein neues Verfahren
zur Herstellung eines ringförmigen Stators oder Rotors für
elektrische Rotationsmaschinen zu schaffen, das einerseits
den Materialverlust beim Stanzen der Bleche während des Her -
stellens der Ringbänder verhindert, durch deren Aufeinander -
schichtung der Rotor oder Stator gebildet wird, und das anderer -
seits die Herstellung des Stators oder Rotors aufgrund ge -
stanzter Bänder vermittels einfacher Verfahren gestattet,
welche lediglich den Einsatz relativ billiger Maschinen er -
fordern. Das neue erfindungsgemässe Verfahren ermöglicht dem -
gemäss die Herstellung von ringförmigen Statoren oder Rotoren
unter einem geringen Kostenaufwand. Des weiteren ist es ein
Ziel der vorliegenden Erfindung, einen Stator oder Rotor für
eine elektrische Rotationsmaschine zu entwickeln, der aus
einer Aufeinanderschichtung von Blechen besteht und mit dem
erfindungsgemässen Verfahren hergestellt werden kann. Die
vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf die Herstellung
eines ringförmigen Stators oder Rotors für elektische Ro -
tationsmaschinen beschränkt, sondern es ist ganz allgemein
das Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Her -
stellung eines Elements aus gebogenem magnetischem Material zu
schaffen, welches in einer elektromagnetischen Vorrichtung Ver -

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist daher ein neues Verfahren zur Herstellung eines gebogenen Elements aus magnetischem Material, das Teil einer elektromagnetischen Vorrichtung ist, zu schaffen, bei welchem aus einem praktisch ebenen Blech von zwei Rändern begrenzte Bänder gestanzt werden, deren mittlere Linien praktisch parallel verlaufen, wobei dieses Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, daß Bänder gestanzt werden, deren mittlere Randlinien (*lignes moyennes de bordure*) praktisch geradlinig verlaufen, wobei alle Bänder identisch sind, daß die Bänder geschichtet werden, derart, daß die mittleren Linien korrespondierender Ränder aufeinanderliegen, bis ein Bandpaket erhalten wird, welches die für das herzustellende Element gewünschte Dicke aufweist, dass das auf diese Weise hergestellte Bandpaket entsprechend einem ringförmigen Abschnitt eines beliebigen Winkels bis zu maximal 360° gebogen wird, dessen Achse senkrecht zur Ebene der geschichteten Blechbänder angeordnet ist.

Des weiteren ist es ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung, ein gebogenes Element durch Schichtung von Bändern aus magnetischem Material zu schaffen, welches sich bei der Herstellung einer elektromagnetischen Vorrichtung einsetzen lässt, und dadurch gekennzeichnet ist, dass es durch das vorstehend beschriebene Verfahren hergestellt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders für die Herstellung von ringförmigen Statoren oder Rotoren bei elektrischen Rotationsmaschinen geeignet. Es ist daher ebenfalls ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung, ein neues Herstellungsverfahren der vorstehend beschriebenen Art zu schaffen, in welchem das gebogene, für die Herstellung einer elektromagnetischen Vorrichtung geeignete Element ein ringförmiger Stator oder Rotor für eine elektrische Rotationsmaschine, insbesondere für Wechselstromgeneratoren von Fahrzeugen ist, wobei die bei der Herstellung ver-

wendeten Bänder an einem ihrer Ränder eine Aufeinander -
 folge von zackenförmigen Kerben aufweisen ^{und} /die Kerben
 durch Polanschlüge gegeneinander begrenzt sind, dadurch
 gekennzeichnet, dass nach Schichtung der gestanzten
 Blechbänder das Bandpaket entsprechend einem ringförmigen
 Sektor mit einem Winkel α von maximal 360° gebogen wird,
 dass, wenn α einen anderen Wert als 360° aufweist,
 in gleicher Weise zumindest ein weiteres im gleichen
 Radius gebogenes Bandpaket hergestellt wird, um einen
 ringförmigen Abschnitt mit einem Winkel $(360^\circ - \alpha)$
 zu bilden, welches mit dem ersten gebogenen Paket verbunden
 werden kann, um einen ringförmigen Stator oder Rotor zu
 bilden, welcher regelmässig angeordnete Kerben und Pol -
 anschlüge aufweist, und dass die Enden des (der) gebogenen
 Bandpakets (-pakete) zur Bildung des gewünschten Stators
 oder Rotors verbunden werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen
 Verfahrens werden gleichzeitig zwei Bänder eines gleichen
 zu biegenden Bandpakets gestanzt, indem die Zähne des einen
 Bandes in die Kerben des anderen Bandes
 eingreifen. Um das Bandpaket in die Biegevorrichtung
 zu bewegen, ordnet man jeder der Vielzahl von Kerben des
 Bandpakets Spindeln zu, die eine grössere Breite als die
 Dicke des Bandpakets aufweisen, wobei eine Antriebsvor -
 richtung mit den Enden der Spindeln zusammenarbeitet;
 vorzugsweise wird eine Spindel in jeder Kerbe des Band -
 pakets vorgesehen, wobei alle Spindeln identisch sind.
 Vorteilhafterweise ist der Durchmesser der Spindeln gleich
 dem Durchmesser des Kreises, welcher, in einer beliebigen
 Kerbe des Stators oder Rotors gelegt, den Boden der
 Kerbe und die beiden die Kerbe begrenzenden Seitenränder
 berührt. Die mit den Spindeln zur Herstellung der Biegung
 des Bandpakets zusammenarbeitende Antriebsvorrichtung
 ist ein Rad mit dem Innendurchmesser des herzustellenden
 ringförmigen Stators oder Rotors, wobei das Rad zwischen
 zwei gezahnten Flanschen eingeschlossen ist, die Verzahnungen

der beiden Flansche identisch und einander gegenüberliegend angeordnet sind und eine Steigung entsprechend der Steigung der Kerben des Bandpakets, sowie ein Ablenkelement aufweisen, das vorzugsweise aus einer Reihe von Rollen besteht und der Peripherie des Rades gegenüber in einem Abstand angeordnet ist, welcher den Durchtritt des zu biegenden Bandpakets durch das Rad und das Ablenkorgan gestattet; einer der gezahnten Flansche ist abnehmbar und die Bänder des gebogenen Bandpakets sind vor der Biegung miteinander verbunden; die Verbindung der Bänder des Bandpakets erfolgt durch Schweissung entlang den Rändern des Bandpakets; auf den Bändern werden vor der Biegung entlang demjenigen Rand, welcher dem die Kerben aufweisenden Rand gegenüberliegt, Hohlräume vorgesehen; die auf der geradlinigen Kante der Bänder vorgesehenen Hohlräume sind halbkreisförmig ausgebildet; die Zentren der auf dem geradlinigen Rand der Bänder vorgesehenen Hohlräume befinden sich auf der Achse der Kerben und/oder der auf dem anderen Rand des Bandes vorgesehenen Zähne; rechtwinklig zu jedem Polanschlag ist ein Hohlraum vorgesehen und der Boden der Kerbe weist in seiner Mitte eine Vertiefung auf; die Polanschläge sind zumindest in ihrem mittigen Bereich trapezförmig ausgebildet; die Hohlräume sind halbkreisförmig und die Böden der Kerbe aus zwei Kreisbögen gleichen Durchmessers gebildet, deren Zentren praktisch mit den Zentren der der betreffenden Kerbe benachbarten Hohlräume zusammenfallen; nach der Biegung wird das gebogene Paket der Wirkung einer zur Biegeachse parallel gleitenden Presse ausgesetzt; die Anordnung der Enden des oder der gebogenen Bandpakete, welche den Stator oder Rotor bilden sollen, erfolgt entweder durch Schweissung, vorzugsweise mit einem Auftragsmaterial (apport de métal) oder durch mechanische Verbindung oder durch Halten der nebeneinander liegenden Pakete in einer Aussenhülle; vorteilhafterweise kann man in der Verbindungszone der beiden Enden eines gebogenen Pakets einen vorspringenden, mit einem entsprechenden Hohlraum zusammenwirkenden Ansatz vorsehen, wodurch eine radiale Anordnung relativ zu den benachbarten Enden gewährleistet wird;

wenn die Montage durch mechanische Verbindung erfolgt, kann eine Hakenvorrichtung verwendet werden, wie z.B. eine auf den Enden des gebogenen Bandpakets angeordnete Zahnsperre. Es erfolgt die mechanische Verbindung durch eine Verhakung, ist der entsprechende Haken vorzugsweise parallel zur Achse des herzustellenden Stators oder Rotors anzuordnen und kann vorteilhafterweise im Querschnitt schwalbenschwanzförmig ausgebildet sein, wobei die Flügel des Hakens in die während des Schneidens der die zu biegenden Bandpakete bildenden Bänder entstehenden Schlitzze eindringen. Wenn die mechanische Verbindung durch eine Zahnsperre erfolgt, werden die Zähne vorteilhafterweise durch Schneiden der Enden der die zu biegenden Bandpakete bildenden Bänder erhalten. Die Abstützfläche der Zähne der Sperrvorrichtung kann entsprechend einer radialen Ebene des Stators oder Rotors angeordnet oder mit Bezug auf die radiale, durch die Zähne der Sperrvorrichtung führenden Ebene des Stators schräg ausgebildet sein.

Die Bänder des Bandpaketes sind bevorzugt in zumindest einer weiteren als derjenigen Zone miteinander verbunden, in welcher die Verbindung der beiden Enden des Bandpakets erfolgt. Die ergänzende Verbindung der Bänder des Bandpakets erfolgt durch Schweissung entlang einem der Ränder des Bandpakets. In einer abgewandelten Ausführungsform erfolgt die ergänzende Verbindung der Bänder des Bandpakets durch Vernietung.

Ist der Winkel α kleiner als 360° , führt das erfindungsgemässe Verfahren zu einem Stator oder Rotor durch Anordnung einer Mehrzahl gebogener Bandpakete, von denen jedes einem kreisförmigen Sektor entspricht und beispielsweise den gleichen Winkel im Zentrum aufweist. Die Anordnung eines Stators oder Rotors kann mit zwei, drei oder vier identischen gebogenen Bandpaketen erfolgen.

Beträgt der Winkel α 360° , führt das erfindungsgemässe Verfahren zu einem Rotor oder einem Stator vermittels eines einzigen gebogenen Bandpakets; der Radius des Biegekreises

des Bandpakets entspricht dem am Ende der Biegung, wobei die beiden Enden des Bandpakets einander gegenüberliegend angeordnet sind. Vorteilhafterweise kann man zumindest eines der Enden des Bandpakets vor dem Durchgang des Pakets durch die Biegemaschine einer Vorbiegung unterziehen.

Am Ende des Biegevorgangs verbindet man die betreffenden Spindeln mit zwei Seitenkerben des gebogenen Bandpakets, beispielsweise vermittelt zumindest einer Befestigung, welche auf zumindest einem der Enden der entsprechenden Spindeln benachbart den Kerben des Endes angeordnet ist, wobei jeder seitliche Flansch des Biegerades im rechten Winkel zur Befestigung hohl ausgebildet ist, um den Durchtritt bei Entfernen des Flansches zu gestatten. Vorzugsweise verbindet man die jeweiligen Spindeln mit den Kerben des Endes des Bandpakets durch Anordnung einer Befestigung an jedem Ende der Spindeln; bei Verwendung eines Ablenkelements zur Durchführung der Biegung besteht dieses Organ vorteilhafterweise aus einer Reihe von Ablenkrollen und wenn der sich auf den Ablenkrollen abstützende Rand des zu biegenden Bandpakets regelmässig verteilte Hohlräume aufweist, wählt man zur Anordnung der Ablenkrollen eine erste Winkelteilung mit Bezug auf die Winkelteilung der Hohlräume.

Gemäss vorstehender Ausführung kann eine zusätzliche Verbindung der Bänder des gebogenen Bandpakets in einem anderen als dem den Enden des Bandpakets entsprechenden Bereich erfolgen. In einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens kann diese zusätzliche Verbindung nach der Biegung des Bandpakets zur Gewährleistung der Kohäsion des gebogenen Pakets erfolgen, was eine leichtere Handhabung ermöglicht. Wenn jedoch während der Biegung die Bänder des Bandpakets nicht untereinander verbunden sind, ergeben sich Schwierigkeiten bei der Durchführung des Verfahrens. Im Gegensatz zur bisherigen Annahme muss nicht notwendigerweise während der Biegung eine Relativbewegung der Bänder des Bandpakets mit Bezug aufeinander erfolgen; es wurde überraschend festgestellt,

dass die Bänder des zu biegenden Bandpakets beispielsweise mittels Schweissung im wesentlichen senkrecht zur Ebene der Bänder des Blechpakets untereinander vor Durchführung des Biegevorgangs verbunden werden können, ohne dadurch den Biegevorgang zu beeinträchtigen. Gemäss einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens werden die Bänder des zu biegenden Bandpakets verbunden, bevor das Paket dem Biegevorgang unterzogen wird; daraus ergibt sich ein beachtlicher Vorteil, denn die Handhabung des zu biegenden Bandpakets und seine Anordnung auf der Biegemaschine sind wesentlich vereinfacht.

Des weiteren ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein neues Industrieprodukt zu schaffen, welches einen Stator oder einen Rotor, insbesondere einen Stator für einen Wechselstromgenerator von Fahrzeugen, darstellt, der entsprechend dem vorstehend beschriebenen Verfahren hergestellt wird, wobei dieser Stator oder dieser Rotor aus einer Schicht magnetischer Bleche hergestellt wird und einen Zylinderring bildet, der auf einem seiner zylindrischen Ränder in regelmässigem Abstand befindliche, durch Polansschläge voneinander getrennte, Kerben aufweist, gekennzeichnet durch n praktisch radiale Montagezonen, in denen jeweils die benachbarten Enden zumindest eines gebogenen Pakets aus übereinanderliegenden identischen Bändern angeordnet sind, wobei das (oder die) vorstehend genannte(n) Paket(e) einen Teil der n Pakete bilden, durch welche in ihrer Gesamtheit ein vollständiger zylindrischer Ring gebildet wird, welcher den Stator oder Rotor darstellt, wobei n eine ganze Zahl gleich oder grösser als 1 ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Verbindung zwischen zwei benachbarten Enden in jeder Montagezone; die Verbindung erfolgt durch Schweissung; in einer abgewandelten Ausführungsform erfolgt die Verbindung durch eine mechanische Kupplung, z.B. mittels zumindest eines Hakens oder einer Zahnsperre, die auf den benachbarten miteinander zu verbindenden Enden vorgesehen ist. Bei Verwendung einer Hakenverbindung

ist der Haken auf demjenigen Rand des Rotors oder Stators vorgesehen, welcher keine Kerben oder Polansschläge trägt. Die Verbindung erfolgt beispielsweise vermittels eines Hakens mit schwalbenschwanzförmigem Querschnitt, wobei die Flügel des Hakens in die Schlitzte in den benachbarten zu montierenden Enden eingreifen. Erfolgt die Verbindung vermittels Schweissung, wird die Schweissung mit einem Metallauftrag über die gesamte radiale Dicke des Stators oder Rotors in der Montagezone vorgenommen. Die zylindrische Wandung eines gebogenen Bandpakets, welche keine Kerben oder Polansschläge aufweist, enthält Hohlräume, welche praktisch parallel zu den Mantellinien der vollständigen oder unvollständigen zylindrischen Ringe angeordnet sind, aus denen jedes gebogene Paket besteht, wobei die Leitlinie des geraden Zylinders, aus welchem die infragestehende Wand besteht, ein Polygon ist, dessen Spitzen rechtwinklig zu den Achsen der Hohlräume verlaufen; der Querschnitt der Hohlräume ist bevorzugt halbkreisförmig; die Hohlräume sind in den mittleren radialen Ebenen der Kerben und/oder der Polansschläge des gebogenen Bandpakets angeordnet; ein Hohlraum ist rechtwinklig zu jedem Polanschlag angeordnet. Der Boden der Kerben weist in der Mitte eine Vertiefung auf; der rechtwinklige Querschnitt des Bodens der Kerben besteht vorzugsweise aus zwei Kreisbögen vom gleichen Radius, dessen Achsen die Achsen der der jeweiligen Einkerbung benachbarten Kanäle sind. Die Bänder eines gebogenen Pakets sind parallel zu den Mantellinien des Zylinderlings, aus welchem das gebogene Paket besteht, miteinander verbunden; die Verbindung der Bänder eines gebogenen Bandpaketes erfolgt beispielsweise durch Schweissung entlang zumindest einer der zylindrischen Wandungen des gebogenen Pakets; in einer abgewandelten Form erfolgt die Verbindung der Bänder eines gebogenen Bandpakets vermittels Vernietung.

Es wurde überraschend festgestellt, dass bei Belassung eines oder mehrerer Luftspalte zwischen den gebogenen Bandpaketen, welche erfindungsgemäss zur Herstellung des Stators oder Rotors angeordnet werden, die elektromagnetischen Eigenschaften des Stators oder Rotors sich nicht nennenswert ändern

Dient das gebogene Bandpaket der Herstellung eines Stators für einen Wechselstromgenerator, können, wie vorstehend erwähnt, vor der Biegung auf den Bändern entlang der Kante, welche dem die Kerben in Form von Zacken aufweisenden Rand gegenüberliegt, Hohlräume begrenzter Dimensionen zur Vereinfachung des Biegevorgangs vorgesehen werden. Vorteilhafterweise lassen sich bestimmte Biegehohlräume erweitern und zur Unterbringung der Spannanker (tirants d'assemblage) des Wechselstromgenerators verwenden, d.h. der Spannanker, welche die Verbindung mit dem Flansch-Stator vor und hinter dem Wechselstromgenerator gestatten. Des weiteren können die auf dem Blechbandrand ohne Kerben vorgesehenen Hohlräume systematisch erweitert werden, derart, dass das gebogene Blechpaket eine Mehrzahl von bedeutenden Hohlräumen aufweist, welche parallel zur Achse des das gebogene Blechpaket bildenden Zylinders verlaufen. Unter diesen Umständen verbleiben, wenn das gebogene Blechpaket als Stator eines Wechselstromgenerators verwendet wird, auf der die Hohlräume tragenden Kante des Pakets Kanäle, welche den Durchgang von Luft gestatten, da nur einige dieser Hohlräume von den Montage-Spannankern eingenommen werden und eine Mehrzahl zusätzlicher Hohlräume frei bleibt. Diese Möglichkeit der Spülung des Randes ohne Polanschläge vermittelt eines Kühlstroms ebringt, soweit es sich um einen Rotor oder Stator handelt, eine wesentliche Verbesserung der Kühlung der Rotationsmaschine und folglich ihrer Eigenschaften.

Gemäss einem wesentlichen Merkmal der Erfindung ist ein Stator oder Rotor eines Wechselstromgenerators dadurch gekennzeichnet, dass er auf seinem Aussenrand eine Mehrzahl von Kühlkanäle bildenden Hohlräumen aufweist. Vorteilhafterweise sind die Kanäle regelmässig entlang dem Rand des Stators oder Rotors verteilt; ein Kühlkanal kann bei jedem Polanschlag angeordnet sein; die Achsen der Kühlkanäle können vorteilhafterweise im Schnittpunkt der radialen Mittelebenen der Polanschläge und des Randes des Bandpakets ohne zackenförmige Kerben angeordnet sein.

Wird auf dem Rand der gestanzten Bänder ohne Kerben zumindest ein Hohlraum vorgesehen, verkleinert sich der Querschnitt für den magnetischen Fluß (passage du Flux magnétique) mit Bezug auf die benachbarten Durchtrittsquerschnitte. Es wurde überraschend festgestellt, dass diese Verkleinerung des Durchtrittsquerschnitts praktisch keine Beeinträchtigung der Eigenschaften der Rotationsmaschine mit sich bringt, in welcher der auf diese Weise hergestellte Stator oder Rotor eingesetzt wird, selbst wenn die Anzahl der Hohlräume verhältnismässig gross wird. Daraus ergibt sich, dass der verbleibende restliche Querschnitt rechtwinklig zu den Hohlräumen ausreichend ist und die Querschnitte für den Fluss in den Breichen, welche keinen Hohlraum aufweisen, vermindert werden kann, derart, dass dieser Querschnitt gleich demjenigen ist, der in den einen Hohlraum aufweisenden Bereichen vorhanden ist. Wird ein Hohlraum bei jedem Polanschlag vorgesehen, kann der Boden der Kerbe so ausgebildet sein, dass der Querschnitt für den Durchtritt des magnetischen Flusses zwischen den Polansschlägen des Staotrs oder Rotors praktisch konstant gehalten wird.

Damit wird ein Rotor oder Stator mit einem praktisch konstante Querschnitt für den Durchtritt des magnetischen Flusses stellt, welcher auf dem Rand des gebogenen Paketbandes ohne Kerben parallele Kanäle für die Kühlung aufweist.

Im übrigen werden die Bänder zur Herstellung des zu biegenden Bandpakets vorzugsweise derart gestanzt, dass die praktisch geradlinigen Ränder dieser Bänder senkrecht zur Richtung der Schichtung der Blechscheiben verlaufen, in welche die Bänder gestanzt werden. In dieser Anordnung verlaufen die in Schichtrichtung ausgerichteten Fasern des Metalls praktisch parallel zur Achse der Polansschläge, und die Biegung des Blechpakets erfolgt in vereinfachter Form. Das erfindungsgemässe Verfahren ist demgemäss vorteilhafterweise weiter dadurch gekennzeichnet, dass die Bänder eines zu biegenden Bandpakets in eine flachgewalzten Blechscheibe gestanzt werden, wobei die mit Kerben versehenen Ränder dieser Bänder

praktisch senkrecht zur Walzrichtung der Blechscheibe angeordnet sind.

bei
Das erfindungsgemässe Verfahren weist/seiner Durchführung keinerlei Schwierigkeiten auf, da die Biegung des Blechpakets auf der Schmalseite ohne präzise Einstellung der Biegemaschine erfolgen kann. Die Biegung der Bandpakete, für welche die Bandlänge am Boden der Kerbe von Bedeutung ist, wird durch das Vorhandensein der auf dem geradlinigen Rand der Bänder vorgesehenen Hohlräume erleichtert. Ausserdem können die durch die vorstehend genannten Hohlräume gebildeten Kanäle eine wirksame Kühlung des Stators oder Rotors entsprechend der Erfindung durch Luftzirkulation bewirken. Durch Vorsehen einer Vertiefung in den Kerbenböden wird ein Querschnitt für den Durchtritt von magnetischem Fluss gewährleistet, welcher trotz des Vorhandenseins von Hohlräumen konstant ist und befriedigende elektromagnetische Eigenschaften bei wesentlich geringeren Metallgewichten erbringt, was einer Herabsetzung der Herstellungskosten des Stators oder Rotors gleichkommt.

Wenn der Winkel α der Biegung gross ist, d.h. mehr als 180° beträgt, muss die Länge am Boden der Kerben der Bänder, aus welchen das zu biegende Blechpaket besteht, mit Bezug auf den am Boden der Kerbe gemessenen Biegeradius relativ begrenzt sein; beträgt der Winkel α 360° , erhält man für Magnetbleche gewöhnlicher Duktilität gute Ergebnisse, wenn das Verhältnis der Bandlänge am Boden der Kerbe zum Biegeradius am Boden der Kerbe unter $1/8$ liegt.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit den Zeichnungen.

Es zeigen:

Fig. 1: eine Draufsicht auf zwei geradlinige, identische in ein rechtwinkliges Blech gestanzte Bänder zur Bildung eines Wechselstromgenerator-Stators durch

Biegung unter einem Winkel α von 360° ;

- Fig. 2: eine perspektivische Darstellung eines Bandpaketes, welches durch Überlagerung von Bändern entsprechend denen nach Fig. 1 erhalten wird;
- Fig. 3: eine schematische Darstellung im Aufriss und während des Betriebs des Rades einer Maschine, welche die Biegung des Bandpakets nach Fig. 2 durchführt, wobei der Flansch vor dieser Maschine abgezogen ist;
- Fig. 4: einen Schnitt entlang der Linie IV-IV der Fig. 3, wobei das Rad mit seinen beiden Seitenflanschen versehen ist;
- Fig. 5: die Vorrichtung nach Fig. 3 nach Durchführung der Biegung des Paketbandes;
- Fig. 6: im Detail die Verbindung der beiden Spindeln, welche den Kerben des Endes des gebogenen Paketbandes zugeordnet sind;
- Fig. 7: eine perspektivische Teilansicht des Stators, in welcher das Biegerad der Fig. 5 weggelassen ist, mit den Spindeln und den entsprechenden Spindel-Befestigungsmitteln;
- Fig. 8: den Stator nach Fig. 7 nach der Schweissung der Verbindungszone der Enden und nach Entfernen der Spindeln;
- Fig. 9: eine perspektivische Teilansicht eines Stators für einen Wechselstromgenerator entsprechend einer weiteren Ausführungsform, wobei dieser Stator ebenfalls durch Biegung unter einem Winkel von 360° erhalten wurde;
- Fig. 10: eine Draufsicht auf die Stanzanordnung zur Herstellung der Bänder des gebogenen Bandpakets, aus welchem der Stator nach Fig. 9 besteht;

- Fig. 11: eine Draufsicht auf eine Abwandlung der in Fig. 10 dargestellten Ausführungsform;
- Fig. 12a und 12b zeigen schematische Darstellungen vor und nach der mechanischen Verbindung der Enden des Stators nach Fig. 1, wenn die Verbindung dieser Enden durch Hakenwirkung erfolgt;
- Fig. 13a und 13b zeigen vor und nach der mechanischen Kupplung die Verbindung der Enden des gebogenen Bandpakets mittels einer Zahnsperre mit zwei Zähnen, deren Abstützflächen radial ausgebildet sind;
- Fig. 14a und 14b zeigen schematische Darstellungen vor und nach der mechanischen Kupplung der Enden des gebogenen Bandpakets, wobei die Verbindung durch eine Zahnsperre mit zwei Zähnen erfolgt, deren Abstützflächen mit Bezug auf die durch die Zähne führende radiale Ebene schräg ausgebildet sind;
- Fig. 15 zeigt schematisch im Aufriss und im Betrieb das Rad der Maschine, welche die Biegung eines Bandpakets analog demjenigen nach Fig. 2 durchführt, wobei der Flansch vor dieser Maschine zurückgezogen ist;
- Fig. 16: eine schematische Darstellung eines Stators eines Wechselstromgenerators, welcher durch Montage von zwei gebogenen identischen Bandpaketen erhalten wurde, wobei der Biegewinkel 180° beträgt;
- Fig. 17: eine perspektivische Darstellung eines Stators eines Wechselstromgenerators, welcher durch Montage von drei identischen Bandpaketen erhalten wurde, wobei jedes Bandpaket ausserhalb der Kanäle einen halbkreisförmigen Querschnitt rechtwinklig zu jedem Polanschlag aufweist und der Biegewinkel 120° beträgt;

In Fig. 1 wurde jedes der beiden zackenförmigen Bänder, welche in ein gleiches rechtwinkliges Blech gestanzt wurden, mit 1 bezeichnet. Jedes Band 1 weist einen praktisch geradlinigen Rand 1a und einen zackenförmigen Rand auf, entlang welchem trapezförmig ausgebildete Polanschlüge 2 durch Kerben 3 voneinander getrennt sind. Die Zähne 2 des einen Bandes werden in den in den Kerben 3 des anderen Bandes enthaltenen Bereichen gestanzt. Demgemäss ist der Materialverlust zum Zeitpunkt des Stanzens der beiden Bänder 1 aus einem gleichen rechtwinkligen Blech sehr gering. Entlang dem praktisch geradlinigen Rand 1a weist jedes Band halbkreisförmige Hohlräume 4 eines Durchmessers von 2 mm auf, wobei der Mittelpunkt dieser Hohlräume entweder in der Achse der Zähne 2 oder in der Achse der Kerben 3 angeordnet ist. In dem beschriebenen Beispiel beträgt die Bandbreite am Boden der Kerben 5 mm; der Abstand zwischen den Achsen der beiden aufeinanderfolgenden Kerben beträgt 10 mm; die Breite des Bandes 1 im Scheitelpunkt der Zähne 2 beträgt 15 mm. Die grosse Grundlinie der Trapezform, aus welcher jeder Zahn besteht, ist die vom Kerbenboden am weitesten entfernte; sie hat eine Länge von 5 mm, so dass die Länge der kleinen Basis der Trapezform 3 mm beträgt. Die Blechbreite, in welche die beiden zackenförmigen Bänder eingestanzt werden, beträgt 22 mm, so dass sich ein Stanzabfall von 2 mm zwischen den Zähnen eines Bandes 1 und den Rändern der Kerben 3 des anderen Bandes 1 ergibt.

Fig. 2 veranschaulicht eine Schichtung von mit einer Dicke von 28 mm ausgebildeten Bändern. Die Bänder 1 sind übereinander angeordnet, derart, dass alle Zähne 2 sich rechtwinklig zueinander befinden; es wird auf diese Weise ein biegebereites Bandpaket 5 erhalten; es weist über seine Gesamtlänge 36 Kerben auf; seine beiden Enden bestehen aus halben Zähnen.

Aus Fig. 3-5 ergibt sich der Biegevorgang für das Bandpaket 5. Das Paket ist auf dem Weg in die Biegemaschine dargestellt, wobei diese Bahn auf Rollen 6 läuft und die Achsen der Rollen 6 parallel verlaufen und eine Fläche begrenzen, welche einen ebenen Bereich links vom Punkt A in Fig. 3 und einen zylindrischen Bereich mit kreisförmiger Leitlinie entsprechend dem Bogen AB in Fig. 3 aufweist. Die Rollen 6 wirken links vom Punkt A als Rollen-

stützen und in dem dem Bogen AB entsprechenden Bereich als Ablenkrollen. Der Bogen AB hat einen Wert zwischen etwa 60 und 90°. Bezüglich des Ablenkorgans, welches aus entlang dem Bogen AB angeordneten Rollen 6 besteht, befindet sich ein zwischen zwei identischen Flanschen 8 eingespanntes Biegerad 7, wobei einer der Flanschen abnehmbar ist. Zwischen dem Rad 7 und den Rollen 6 befinden sich Zwischenräume einer (in radialer Richtung gemessenen) Dicke von 15 mm. Der Rand der Flansche 8 weist eine Aufeinanderfolge von Zähnen auf, deren Achsen sich in einem Abstand von 10° befinden; die Höhe der Zähne 9 der Flansche 8 beträgt 11 mm, während der Durchmesser der Flansche am Boden der Verzahnung 97 mm ausmacht.

Das Bandpaket 5 wird auf die Rollen 6 aufgelegt, wobei die Hohlräume 4 gegenüber den Rollen 6 angeordnet sind. Der Abstand zwischen den Achsen der beiden aufeinanderfolgenden Rollen 6 ist so gewählt, dass er kein Mehrfaches des Abstands zwischen zwei aufeinanderfolgenden Hohlräumen 4 beträgt. In jede der Kerben 3 des auf den Rollenträgern 6 angeordneten Bandpakets wird eine Spindel 10 aus einem zylindrischen Stab eines Durchmessers von etwa 6 mm und einer Länge von 50 mm eingebracht. Vorzugsweise wird das Ende des Bandpakets 5, welches als erstes in die Zone A der Biegemaschine eingeführt wird, durch eine Presse vorgebogen. Die Spindeln 10 sind mit Bezug auf die Längs-Symmetrie-Ebene des Bandpakets 5 symmetrisch angeordnet. Das mit Spindeln 10 versehene Bandpaket 5 wird über den Bereich A der Biegemaschine gemäss Fig. 3 herangeführt und das Rad 7 in Richtung des Pfeils F angetrieben. Die Zähne 9 der Flansche 8 wirken mit den Enden der Spindeln 10 zusammen und treiben demgemäss das Paket 5 in Richtung des Pfeils F in die Zone zwischen dem Rad 7 und den Rollen 6. Es ergibt sich daher eine progressive Biegung des Bandpakets 5 um das Rad 7. Die entlang dem Bogen AB angeordneten Biegerollen 6 werden von einem Führungselement 11 geführt, durch welches das gebogene Bandpaket 5 zu Beginn des Biegevorgangs gegen das Rad 7 in der hinteren Zone abgestützt gehalten wird.

Wenn das Biegerad 7 eine vollständige Umdrehung ausgeführt hat, nimmt das Paket 5 die Form eines Zylinderrings an, und die beiden Enden des Pakets 5 befinden sich rechts vom Punkt A der Maschine einander gegenüber. Wie sich im Einzelnen aus den Figuren 5 und 6 ergibt, werden die beiden in den beiden Kerben des Endes des Bandpakets⁵/angeordneten Spindeln 10 mittels zweier beidseitig der beiden Flansche 8 angeordneter Verbindungsmittel auf den Enden der Spindeln 10 verbunden. In der Verzahnung jedes der beiden Flansche 8 ist ein Hohlraum 13 entsprechend der von den Befestigungsmitteln 12 eingenommenen Fläche vorgesehen. Die Hohlräume 13 entsprechen daher dem weggefallenen Zahn 9, welcher sich zwischen den beiden zwei Endkerben entsprechenden Spindeln und den beiden benachbarten Zähnen 9 oder der Hälfte der beiden Zähne 9 befindet.

Sodann wird der abnehmbare der beiden⁵ Flansche 8 vom Biegerad 7 getrennt und das gebogene Paket/von dem das Rad bildenden Träger abgetrennt. Im Laufe des Biegevorgangs stützen sich die seitlichen Ränder der Kerben 3 des Bandpakets 5 gegen die Spindeln 10 ab. Die Hohlräume 4 wirken als bevorzugte Faltpunkte, derart, dass der Aussenrand des gebogenen Pakets eine zylindrische Fläche mit polygonaler Basis ist, wobei die Spitzen des Polygons von den Achsen der Hohlräume 4 gebildet werden. Der auf diese Weise erhaltene Stator ist in Fig. 7 dargestellt. Er wird aufgrund des Vorhandenseins der Befestigungsmittel 12 auf einem Biegeradius entsprechend demjenigen gehalten, welcher in der in Fig. 3 und 4 dargestellten Maschine erhalten wird.

Die Enden des gebogenen Pakets 5 sind einander gegenüberliegend angeordnet, wobei ein sehr geringer Abstand die beiden Enden trennt. Man verschweisst die beiden Enden mit einem Auftragmetall, um einen geschweissten Stator entsprechend dem in Fig. 8 dargestellten zu erhalten. Nach der Schweißung zwischen den beiden Enden des gebogenen Pakets werden ausserdem die Bänder des Pakets durch eine Zusatzschweißung an den Aussenrändern des gebogenen Pakets oder durch Vernietung verbunden, wobei diese Verbindungen in bekannter Weise parallel zur Stator-Achse

erfolgen. Anschliessend werden die Spindeln 10 zurückgezogen, indem sie parallel zur Stator-Achse nach Entfernen der beiden Befestigungsmittel 12 herausgetrieben werden. Auf diese Weise wird ein Stator mit 36 Kerben 3 erhalten, mit einer axialen Dicke von 28 mm, einem Aussendurchmesser von 127 mm, einem Innendurchmesser von 97 mm und einer Kerbenhöhe von 10 mm.

In einer abgewandelten Ausführungsform kann sich die Verbindungszone des gebogenen Pakets in der Achse einer Kerbe befinden, und in diesem Fall würde das Befestigungsmittel 12 drei Spindeln 10 überlappen.

Die vorstehend beschriebene Vorrichtung ist unkompliziert und lässt sich zu einem relativ günstigen Preis herstellen. Ihre Verwendung bringt keinerlei besondere Einstellschwierigkeiten mit sich, so dass die Inbetriebnahme des erfindungsgemässen Verfahrens die Herstellung von Statoren von Wechselstromgeneratoren für Fahrzeuge zu einem niedrigen Herstellungspreis gestattet, da geringe Stanzabfälle anfallen und die Verformungskosten sich in Grenzen halten.

In Fig. 9 wird ein weiterer erfindungsgemäss durch Biegung eines Pakets aus gestanzten Bändern hergestellter Stator in seiner Gesamtheit mit 100 bezeichnet. Die gestanzten Bänder, welche einem Biegevorgang zur Herstellung eines Stators 100 unterzogen werden, werden über zwei Mantellinien des nicht gekerbten äusseren Randes des Bandpakets vor dem Biegevorgang verschweisst, und dennoch lässt sich der Biegevorgang ohne Schwierigkeiten ausführen. Diese vorläufige Verbindung der gestanzten Bänder erleichtert den Biegevorgang des Bandpakets erheblich und reduziert demgemäss die Herstellungskosten entsprechend. Nach der Biegung unterzieht man das gebogene Paket einer Presswirkung parallel zur Biegeachse, um eventuelle lokale Verformungen im Blech, insbesondere am Boden der die Polanschlüge des Stators trennenden Kerben auszugleichen. Diese Presswirkung erhöht ausserdem die Kompaktheit des gebogenen Bandpakets.

Der Stator 100 weist Polanschlüge 101 auf, welche durch Kerben 102 voneinander getrennt sind. Benachbart dem Kerbenboden weist der

Polanschlag einen im wesentlichen konstanten Querschnitt auf; in dem vom Kerbenboden am weitesten entfernten Teil hat jeder Polanschlag 101 jedoch einen trapezförmig ausgebildeten Querschnitt. Rechtwinklig zu jedem Polanschlag 101 weist der Stator 100 einen Kanal mit halbkreisförmigem Querschnitt 103 auf. Der Boden jeder Kerbe 102 hat einen von zwei Kreisbögen gleichen Radius bestimmten Querschnitt, wobei jeder der beiden Kreisbögen als Achse die Achse eines der beiden Kanäle 103 aufweist, welche der Kerbe 102 benachbart sind, wobei diese Achsen im Schnittpunkt der radialen Symmetrie-Ebene eines Polanschlags 101 und der den Stator 100 aussen begrenzenden zylindrischen Oberfläche angeordnet sind. Der Flußquerschnitt (la section de passage du flux) zwischen zwei benachbarten Polanschlägen 101 ist praktisch konstant. Im übrigen gestatten die Kanäle 103 eine Aussenkühlung des Stators 100 durch einen Luftstrom, der durch den dem Wechselstromgenerator zugeordneten Ventilator pulsiert wird, von dem der Stator 100 ein Teil ist.

Aus Figuren 10 und 11 ergibt sich, dass die Bänder, aus deren Aufeinandererschichtung sich das einem Biegevorgang zur Herstellung des Stators 100 unterzogene Bandpaket ergibt, vorzugsweise in eine Blechplatte 104 gestanzt werden, welche aus einer in Richtung des Pfeils F erfolgten Walzung herrührt. Der Walzvorgang richtet die Fasern der Blechplatte in Richtung des Pfeils F aus. Die Stanzung der Bänder 105 erfolgt durch Anordnung der Längsränder der Bänder senkrecht zur vom Pfeil F angegebenen Walzrichtung. Auf diese Weise werden die Metallfasern in Richtung der Polanschläge 101 ausgerichtet, was die weitere Biegung vereinfacht. Durch die Stanzung entstehen die Hohlräume, welche die Kanäle 103 bilden, sowie diejenigen Hohlräume, welche die Kerben 102 bilden, wobei zwei benachbarte Kerben 102 durch einen Polanschlag 101 getrennt werden. Zur Vermeidung von Blechabfällen erfolgt die Stanzung der zu biegenden Bänder vorzugsweise durch umgekehrte Anordnung zweier Bänder 105, wobei die Polanschläge des einen zu dem für die Kerben des anderen vorgesehenen Standpunkt zurückkehren. Diese Anordnung ergibt sich einwandfrei aus den Fi-

guren 10 und 11. Gemäss Fig. 10 sind die Polansschläge des einen Bandes in der Mitte der Kerbenzonen des anderen Bandes angeordnet und die Vorsprünge, welche zwei benachbarte die Kanäle 103 bildenden Hohlräume trennen, dringen in die Hohlräume ein, welche die auf dem nächst gelegenen gestanzten Band vorgesehenen Kanäle 103 bilden. Im Gegensatz hierzu sind gemäss Fig. 1 die Polansschläge des einen Bandes den Polansschlägen des anderen Bandes benachbart und in diesem Fall weist das Ende jedes Polansschlags eine konstante Breite auf, wobei die Trapezform nur für die mittlere Zone jedes Polansschlags angenommen wird. Diese abgewandelte Stanzform nach Fig. 3 entspricht nicht der Ausführungsform nach Fig. 1, wurde jedoch als zusätzliches Beispiel beschrieben.

Figuren 12a und 12b sind eine schematische Darstellung der Verbindung der beiden Enden eines gebogenen Bandpakets vermittle eines entsprechenden Hakens 106. An den Enden der Bänder des gebogenen Pakets werden im Augenblick der Bandstanzung schräg angeordnete Schlitz 107 vorgesehen, wobei der Haken 106 einen schwalbenschwanzförmigen Querschnitt aufweist, dessen Flügel in die schrägen Schlitz 107 eindringen. An den Rändern der Enden der gestanzten Bänder sind an einer Seite Vorsprünge 107a und an der anderen Seite hohle Formen 107b entsprechend 107 vorgesehen, welche gemäss Darstellung in Fig. 12b zusammenwirken können, um eine radiale Anordnung der beiden Enden mit Bezug aufeinander zu gewährleisten, wenn die Biegung erfolgt ist. Diese mechanische Verbindung lässt sich ohne weiteres durchführen, indem man die beiden Enden des gebogenen Bandpakets einander annähert und den Haken 106 in sein Lager gleiten lässt.

In Figuren 13a und 13b ist eine weitere Form der mechanischen Verbindung der beiden Enden des gebogenen Bandpakets dargestellt. In dieser Ausführungsform weisen die Enden jedes gestanzten Bandes einen Zahn 108a bzw. 108b auf, wobei die beiden Zähne 108a und 108b identisch ausgebildet und umgekehrt angeordnet sind. Die Verbindung mit Hilfe der Zahnsperre mit zwei Zähnen 108a und 108b erfolgt durch Abstützen der einen Fläche

gegen die andere Abstützfläche 109a und 109b dieser beiden Zähne, wobei diese Abstützflächen parallel zur Achse der Polansschläge 101 verlaufen, derart, dass sie sich nach der Biegung des Bandpakets in einer radialen Ebene des Stators 100 befinden. In dieser Ausführungsform können, wie in der vorangehenden, die beiden Enden des gebogenen Bandpakets mit geringem Herstellungsspiel miteinander in Berührung gebracht und gehalten werden.

In der in Fig. 14a und 14b dargestellten Ausführungsform erfolgt die mechanische Verbindung, indem nach der Verbindung ein Zwischenraum 110 zwischen den beiden verbundenen Enden belassen wird. Dies erfolgt unter Verwendung von zwei Kupplungsanschlüssen 111a und 111b, welche den Zähnen 108a und 108b entsprechen, jedoch mit Bezug auf die Achsen der benachbarten Polansschläge 101 schräge Abstützflächen aufweisen, wobei der Schrägheitsgrad so gewählt wird, dass die beiden Zähne nach der Verbindung aufeinander gehalten werden, wie sich dies aus der Fig. 14b ergibt.

Die vorstehend beschriebenen mechanischen Verbindungsmöglichkeiten gestatten die Umgehung einer Schweissung zur Verbindung der beiden Enden des gebogenen Bandpakets. Dadurch verringert sich der Herstellungspreis des erfindungsgemässen Stators. Im übrigen erleichtert die Anordnung von Kanälen 103 auf der peripheren Kante des Stators 100 den Stator, und die Formung der Kerbenböden ermöglicht die Aufrechterhaltung eines konstanten Querschnitts für den Durchgang von magnetischem Fluss, wobei die Verwendung dieser beiden kombinierten Eigenschaften bei einem Wechselstromgenerator bestimmter Eigenschaften eine Verminderung der für die Herstellung des Stators zu verwendenden Materialmenge und demgemäss eine Herabsetzung des Herstellungspreises des Stators gestattet. Des weiteren wird eine periphere Ventilation des Stators und folglich eine bessere Kühlung durch das Vorhandensein der Kerben 103 gewährleistet.

In Fig. 15 ist der Biegevorgang eines Bandpakets 5 unter einem Winkel α von weniger als 360° (in der Zeichnung etwa 120°) dargestellt. Es wurden für die Elemente der Fig. 15 die gleichen Bezugszeichen beibehalten wie die für die entsprechenden Elemente in Fig. 3 verwendeten, welche dieser in dem Falle entspricht, daß $\alpha = 360^\circ$. Der diametral vertikale Schnitt des Biegerades ist der gleiche wie der in Fig. 4 dargestellte.

Das Paket⁵ ist auf seiner Bahn in die Biegemaschine dargestellt, wobei die Einführung auf Rollen 6 erfolgt und die Achsen der Rollen 6 parallel verlaufen und eine Oberfläche beschreiben, welche einen ebenen Bereich auf der linken Seite des Punkts A in der Fig. 15 und eine zylindrische Zone mit ringförmiger Leitlinie entsprechend dem Bogen AB der Fig. 15 aufweist. Die Rollen 6 wirken auf der linken Seite des Punkts A als Rollenträger und in der dem Bogen AB entsprechenden Zone als Ablenkrollen. Der Bogen AB weist einen Wert zwischen etwa 60° und 90° auf. Bezüglich des Ablenkorgans, welches aus den entlang dem Bogen AB angeordneten Rollen⁶ besteht, befindet sich ein Biegerad 7, eingespannt zwischen zwei identischen Flanschen 8 von denen einer abnehmbar ist. Zwischen dem Rad 7 und den Rollen 6 befindet sich ein Zwischenraum einer (radial gemessenen) Dicke von 15 mm. Der Rand der Flansche 8 weist eine Aufeinanderfolge von Zähnen auf, deren Achsen sich um 10° voneinander im Abstand befinden; die Höhe der Zähne 9 der Flansche 8 beträgt 11 mm, der Durchmesser der Flansche am Boden der Verzahnung 97 mm.

Das Bandpaket 5 wird auf den Rollen 6 angeordnet, wobei die Hohlräume 4 den Rollen 6 gegenüber angeordnet werden. Der Abstand zwischen den Achsen der beiden aufeinanderfolgenden Rollen 6 ist so gewählt, dass er kein Vielfaches des Abstands zwischen zwei aufeinanderfolgenden Hohlräumen 4 ausmacht. In jede Kerbe 3 des auf den Rollenträgern 6 angeordneten Bandpakets 5 wird eine Spindel 10 eingebracht, welche aus einem zylindrischen Stab eines Durchmessers von etwa 6 mm und einer Länge von 50 mm besteht; Vorzugsweise unterzieht man das Ende

des Bandpakets 5, welches als erstes in die Zone A der Biegevorrichtung eingeführt werden soll, einer Vorbiegung durch eine Presse. Die Spindeln 10 sind mit Bezug auf die Längs-Symmetrie-Ebene des Bandpakets 5 symmetrisch angeordnet. Das mit Spindel 10 versehene Bandpaket 5 wird an die Zone A der in Fig. 3 dargestellten Biegemaschine heran - geführt und das Rad in Richtung des Pfeils F angetrieben. Die Zähne 9 der Flansche 8 wirken mit den Enden der Spindeln 10 zusammen und treiben demgemäss das Paket 5 in Richtung des Pfeils F in die Zone zwischen dem Rad 7 und den Rollen 6. Es ergibt sich somit eine progressive Biegung des Bandpakets 5 um das Rad 7. Die entlang dem Bogen AB angeordneten Biegerollen 6 werden von einem Führungselement 11 geführt, welches das gebogene Bandpaket 5 abgestützt gegen das Rad 7 zu Beginn der Biegung in der hinteren Zone hält.

Wenn das Biegerad 7 eine Drehung des Winkels α durchge - führt hat, nimmt das Paket 5 in seiner Gesamtheit die Form eines ringförmigen zylindrischen Sektors an entsprechend einem Flächenwinkel des Wertes α . Ist der Winkel relativ klein, kann das gebogene Paket ohne Demontage eines der Flansche vom Biegerad

austreten. Ist dagegen der Winkel relativ gross, muss einer der Flansche vom Biegerad zum Herausziehen des gebogenen Pakets entfernt werden. Im Laufe der Biegung stützen sich die Seitenränder der Kerben 3 des Bandpakets 5 gegen die Spindeln 10 ab. Die Hohlräume 4 wirken als bevorzugte Falt - punkte derart, dass die Aussenkante des gebogenen Pakets eine zylindrische Fläche mit polygonaler Basis ist, wobei die Spitzen des Polygons von den Achsen der Hohlräume 4 gebildet werden.

Anschliessend wird das auf diese Weise erhaltene gebogene Paket mit zumindest einem anderen gebogenen Paket verbunden, woraus sich ein zylindrischer ringförmiger Sektor eines Flächenwinkels von 360° ergibt. Fig. 16 veranschaulicht schematisch die Bildung eines Stators für einen Wechselstrom-

generator an Fahrzeugen, der im wesentlichen aus zwei identischen unter einem Flächenwinkel von 180° verlaufenden gebogenen Paketen besteht; die beiden gebogenen Pakete sind mit 20 bezeichnet. Sie sind mittels zweier in die beiden Verbindungszonen auf dem Aussenrand des Stators angeordneter identischer Haken 21 verbunden. Die beiden Haken weisen einen schwalbenschwanzförmigen Querschnitt auf und ihre Flügel greifen in die in dem Stator vorgesehenen Schlitzte ein, wobei die Schlitzte durch Stanzen an den Enden der Bänder, aus denen die gebogenen Pakete 20 bestehen, erhalten werden.

In Fig. 17 ist eine abgewandelte Ausführungsform des erfindungsgemässen Stators für einen Wechselstromgenerator dargestellt. In dieser abgewandelten Ausführungsform besteht der Stator aus drei identischen gebogenen Paketen 25, die jeweils in einem Flächenwinkel von 120° verlaufen. Die Aussenwand des auf diese Weise gebildeten Stators weist zur Achse des Stators parallel verlaufende Kanäle 26 auf, deren Querschnitt halbkreisförmig ausgebildet ist, wobei der Radius dieser Halbkreise 4 mm beträgt. Ein Kanal 26 befindet sich rechtwinklig zu jedem Polanschlag 27 jedes gebogenen Pakets. Der Boden der zwei aufeinanderfolgende Polanschläge 27 trennenden Kerben weist einen aus zwei Kreisbögen bestehenden rechtwinkligen Querschnitt auf, wobei die Achsen dieser Kreisbögen die Achsen der beiden der/Kerbe benachbarten Kanäle 26 sind. Die Verbindung der drei gebogenen Pakete wurde in dieser Ausführungsform nicht im Einzelnen beschrieben. Sie kann durch Hakenwirkung, wie bei der Ausführungsform nach Fig. 16, durch mechanische Kupplung oder aber durch Schweissung erfolgen. Es ist festzustellen, dass der in Fig. 17 dargestellte Stator gegenüber dem klassischen Stator aufgrund des Vorhandenseins von Kanälen 26 leichter ist; diese Kanäle gestatten ausserdem eine wirksame Kühlung des Stators durch Luftzirkulation in den Kanälen 26. Es sei ausserdem bemerkt, dass die elektromagnetische Leistung des Stators durch eventuelle Luftspalte, welche zwischen den Enden der verbundenen gebogenen Pakete belassen werden können, nicht beeinträchtigt wird.

Es versteht sich, dass sich die Erfindung nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt sondern dass weitere gewünschte Ausführungsformen möglich sind, ohne vom Sinn und Geltungsbereich der Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines gebogenen Elements aus elektromagnetischem Material, welches einen Teil einer elektromagnetischen Vorrichtung bildet, bei welchem von zwei Rändern mit praktisch parallelen Mittellinien begrenzte Bänder in ein praktisch ebenes Blech gestanzt werden, dadurch gekennzeichnet, daß Bänder mit Rändern, deren Mittellinien praktisch gerade sind gestanzt werden, wobei alle Bänder identisch sind, daß die Bänder derart aufeinander geschichtet werden, dass die Mittellinien entsprechender Ränder aufeinander gelegt werden bis ein Bandpaket der für das herzustellende Element gewünschten Dicke erhalten wird, und dass das auf diese Weise hergestellte Bandpaket entsprechend einem ringförmigen Sektor eines beliebigen Winkels bis zu 360° gebogen wird, dessen Achse senkrecht zur Ebene der geschichteten Blechbänder verläuft.
2. Durch Schichtung von Bändern aus magnetischem Material hergestelltes, bei der Herstellung eines elektromagnetischen Systems verwendetes gebogenes Element, dadurch gekennzeichnet, dass es gemäß Verfahren nach Anspruch 1 hergestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, in welchem das gebogene Element ein ringförmiger Stator oder Rotor einer elektrischen Rotationsmaschine, insbesondere für Wechselstromgeneratoren von Fahrzeugen ist, wobei der eine der Ränder der bei der Herstellung des Elements verwendeten Bänder eine Aufeinanderfolge von zackenförmigen Kerben aufweist, welche durch Polansschläge voneinander getrennt sind, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Schichtung der gestanzten Blechbänder das Bandpaket entsprechend einem ringförmigen Sektor unter einem Winkel α von maximal 360° gebogen wird, dass man, wenn α einen anderen Wert als 360° annimmt, in gleicher Weise zumindest ein weiteres entsprechend dem gleichen Radius gebogenes Bandpaket zur Bildung eines ringförmigen Abschnitts unter einem Winkel $(360^\circ - \alpha)$ herstellt, das sich mit dem ersten gebogenen Paket verbinden kann, um einen ringförmigen Stator oder Rotor

mit einer regelmässigen Aufeinanderfolge von Kerben und Pol -
anschlügen zu bilden, und dass die beiden Enden des (oder der)
gebogenen Pakets (Pakete) zur Bildung des gewünschten Stators oder
Rotors verbunden werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zum Einführen der Bandpakete in die Biegevorrichtung in jeder der Vielzahl von Kerben des Bandpakets Spindeln einer Grösse angeordnet werden, welche der Dicke des Bandpakets überlegen ist, wobei ein Antriebsmittel mit den Enden der Spindeln zusammenarbeitet.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der Spindeln gleich dem Durchmesser eines Kreises ist, welcher, in eine beliebige Kerbe des Stators oder Rotors gelegt, den Boden der Kerbe und die beiden die Kerbe begrenzenden Seitenränder berührt.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das mit den Spindeln zur Biegung des Bandpakets zusammenwirkende Antriebsmittel ein Rad mit dem Innendurchmesser des herzustellenden ringförmigen Stators oder Rotors ist, wobei das Rad zwischen zwei gezahnten Flanschen eingespannt ist, die Zahnungen der beiden Flansche identisch und einander gegenüberliegend angeordnet sind und eine Steigung entsprechend der Steigung der Kerben des Bandpakets hat, und durch ein Ablenkelement, welches vorzugsweise aus einer Reihe von Rollen besteht, die der Peripherie des Rades gegenüber in einem Abstand angeordnet sind, der den Durchlauf des zu biegenden Bandpakets zwischen dem Rad und dem Ablenkorgan gestattet.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, oder 3-6, dadurch gekennzeichnet, dass die Bänder des gebogenen Paketbandes vor der Biegung beispielsweise vermittels Schweissung entlang eines der Ränder des Bandpakets oder durch Vernietung miteinander verbunden sind.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass auf den zu biegenden Bändern entlang demjenigen Rand, welcher dem mit Kerben versehenen Rand gegenüberliegt, Hohlräume vorgesehen sind.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung der Enden des (oder der) den Stator oder Rotor bildenden gebogenen Bandpakets (pakete) durch Schweissung, vorzugsweise mit Auftragsmetall, oder durch mechanische Verbindung oder durch Halten der nebeneinanderliegenden Pakete in einer Aussenhülle erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das gebogene Bandpaket nach der Biegung der Wirkung einer Presse unterzogen wird, welche parallel zur Biegeachse wirkt.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass in der Verbindungszone der beiden Enden des gebogenen Pakets ein vorspringender mit einem entsprechenden Hohlraum zusammenwirkender Ansatz zur Gewährleistung einer radialen Anordnung relativ zu den benachbarten Enden vorgesehen ist.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 3 bis 11, in welchem der Biegewinkel α 360° beträgt, dadurch gekennzeichnet, dass der Radius des Biegekreises des Bandpakets derart ^{ge}wählt ^{wird}, dass am Ende der Biegung die beiden Enden des Bandpakets einander gegenüberliegend angeordnet sind.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 3 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eines der Enden des Bandpakets einer Vorbiegung vor dem Durchlauf des Pakets durch die Biegemaschine unterzogen wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 4, 6 und 12 in Kombination dadurch gekennzeichnet, dass am Ende des Biegevorgangs die betreffenden Spindeln der mit zwei Kerben an den Enden des gebogenen Paketbandes, beispielsweise mit Hilfe zumindest eines Befestigungsmittel, verbunden werden, welches zumindest auf einem der Enden der entsprechenden Spindeln in den

Endkerben angeordnet ist, wobei jeder Seitenflansch des Biegerades eine dem Befestigungsmittel entsprechende Aussparung hat die als Durchlaß für diesen während der Demontage des Flansche dient.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 3 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Bänder eines zu biegenden Bandpakets in eine flachgewalzte Blechscheibe gestanzt werden, wobei die gekerbten Ränder der Bänder praktisch senkrecht zur Walzrichtung der Blechscheibe angeordnet sind.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 3-15, in welchem der Biegewinkel α 360° beträgt, dadurch gekennzeichnet, dass für die das zu biegende Blechpaket bildenden Bänder das Verhältnis der Bandlänge am Boden der Kerbe zum Biegeradius am Boden der Kerbe unter $1/8$ liegt.
17. Stator oder Rotor für eine elektrische Rotationsmaschine, insbesondere Stator für einen Wechselstromgenerator von Fahrzeugen nach dem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 oder 3 bis 16, wobei dieser Stator oder Rotor aus einer Aufeinanderschichtung von Magnetblechen besteht und einen zylindrischen Ring bildet und der Ring auf einem seiner zylindrischen Ränder in regelmässigen Abständen angeordnete durch Polanschlüsse voneinander getrennte Kerben aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass er n praktisch radiale Montagezonen aufweist, in welchen jeweils die benachbarten Enden zumindest eines gebogenen Pakets aus übereinanderliegenden identischen Bändern angeordnet sind, wobei das (die) gebogene(n) Paket(e) einen Teil der n gebogenen Pakete bildet(n), die in ihrer Gesamtheit den vollständigen Zylinderring bilden, aus welchem der Stator oder Rotor besteht, wobei n eine ganze Zahl von gleich oder grösser als 1 ist.
18. Stator oder Rotor nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass in jeder Montagezone der beiden benachbarten Enden des (oder der) gebogenen Pakets(e) eine Verbindung erfolgt.

19. Stator oder Rotor nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung durch Schweissung erfolgt.
20. Stator oder Rotor nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung durch mechanische Kupplung vermittelt zumindest eines entsprechenden Hakens erfolgt, wobei der Haken an demjenigen Rand des Rotors oder Stators vorgesehen ist, welcher keine Kerben und Polansschläge aufweist, und wobei der Querschnitt des Hakens schwalbenschwanzförmig ausgebildet ist und die Flügel des Hakens in an den benachbarten zu verbindenden Enden vorgesehene Schlitzte eingreift.
21. Stator oder Rotor nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung mechanisch vermittelt einer Zahnsperre erfolgt, wobei die Zähne in den zu verbindenden benachbarten Enden vorgesehen sind.
22. Stator oder Rotor entsprechend einem der Ansprüche 17-21, dadurch gekennzeichnet, dass die zylindrische Wandung eines gebogenen Bandpakets, welche keine Kerben und Polansschläge aufweist, praktisch parallel zu den Mantellinien des vollständigen oder unvollständigen durch jedes gebogene Paket gebildeten Zylinderrings angeordnete Hohlräume enthält, wobei die die in Frage stehende Wand bildende Leitlinie des rechten Zylinders ein Polygon ist, dessen Spitzen rechtwinklig zu den Achsen der Hohlräume angeordnet sind.
23. Stator oder Rotor nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt der Hohlräume halbkreisförmig ausgebildet ist.
24. Stator oder Rotor nach einem der Ansprüche 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlräume in den radialen mittleren Ebenen der Kerben und/oder der Polansschläge des gebogenen Bandpakets angeordnet sind.

25. Stator oder Rotor nach einem der Ansprüche 17-24, dadurch gekennzeichnet, dass der Boden der Kerben in der Mitte eine Vertiefung aufweist.
26. Stator oder Rotor nach Anspruch 25 in Kombination, dadurch gekennzeichnet, dass der rechtwinklige Querschnitt des Bodens der Kerben aus zwei Kreisen von gleichem Radius besteht, deren Achsen die Achsen der der betreffenden Kerbe benachbarten Hohlräume sind.
27. Stator oder Rotor nach einem der Ansprüche 17 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Bänder eines gebogenen Pakets parallel zu den Mantellinien des das gebogene Paket bildenden Zylinderrings miteinander verbunden sind, wobei die Verbindung der Bänder eines gebogenen Bandpakets durch Schweissung entlang zumindest einer der Zylinderwandungen des gebogenen Pakets oder durch Vernietung erfolgt.

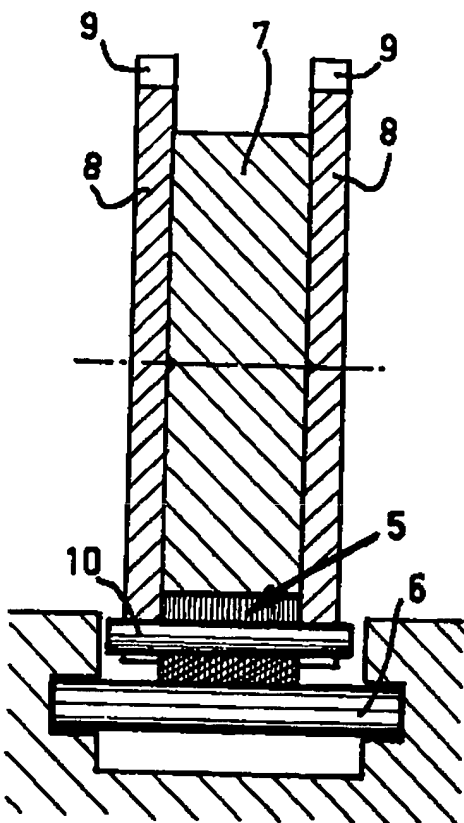


FIG. 4

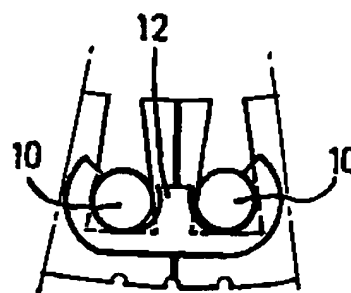


FIG. 6

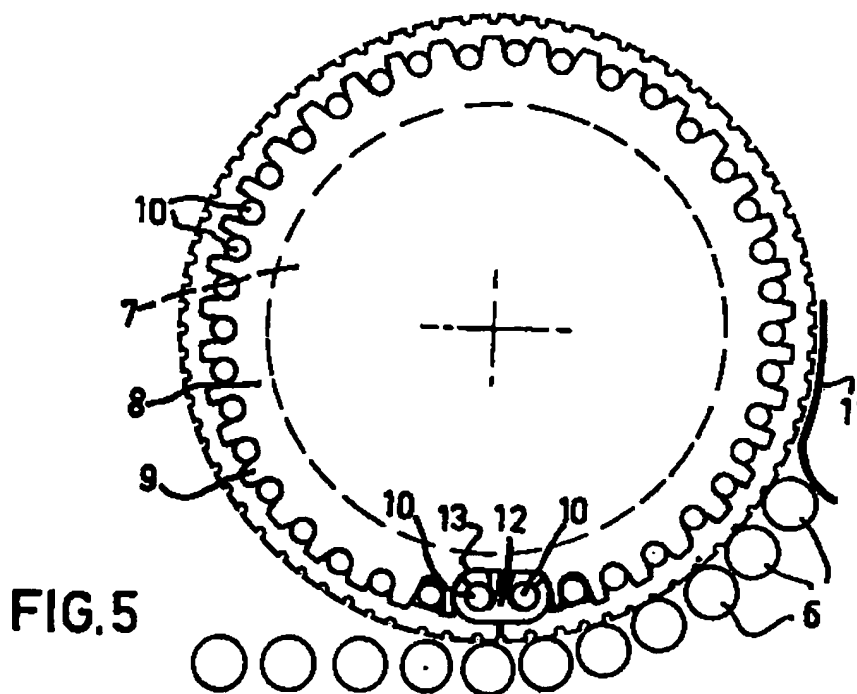


FIG. 5

2629532

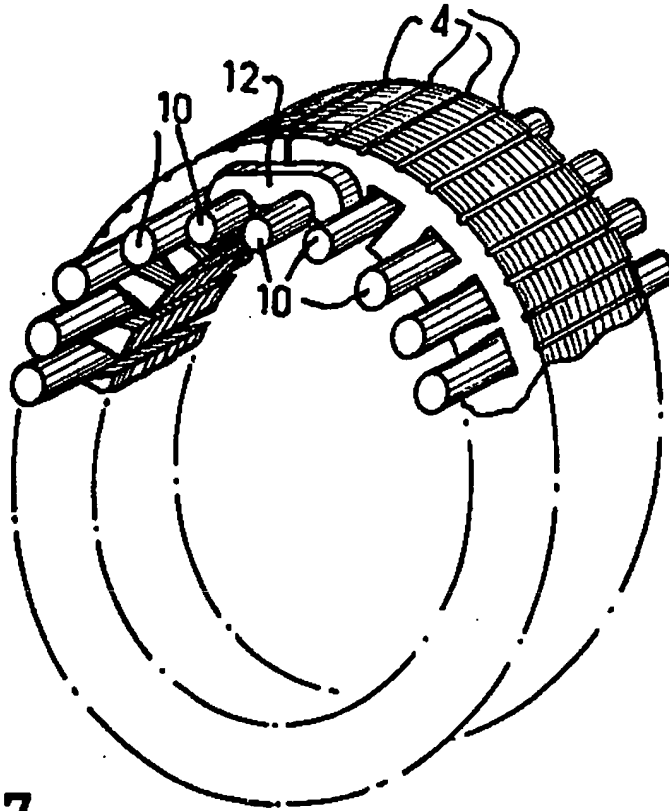


FIG. 7

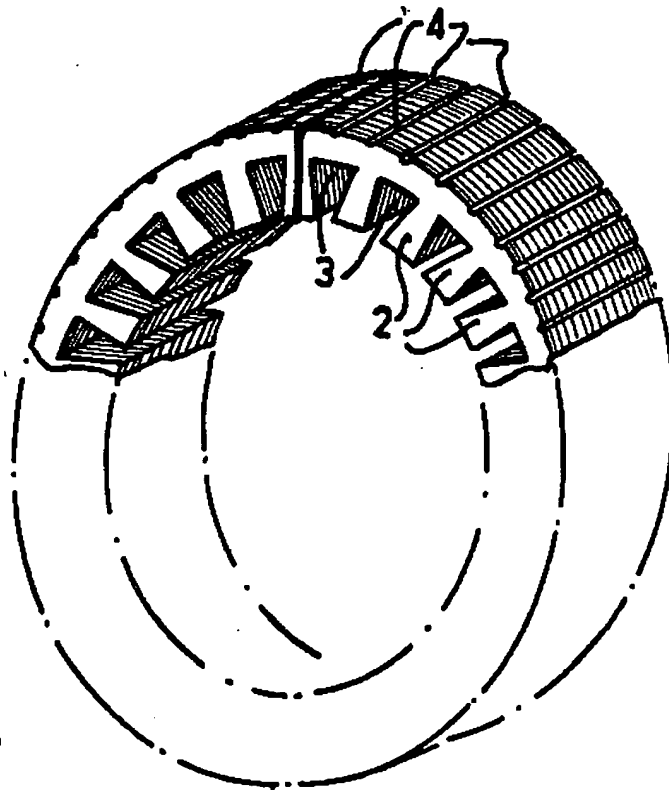


FIG. 8

NACHGEZEICHT

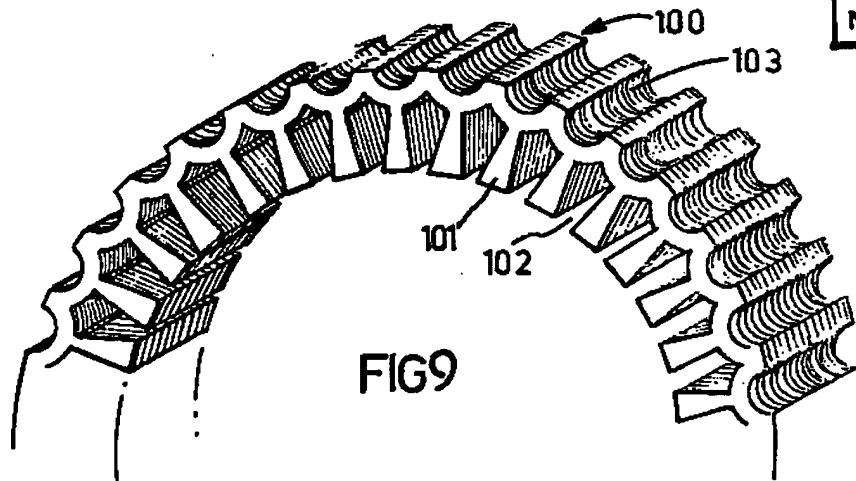


FIG 9

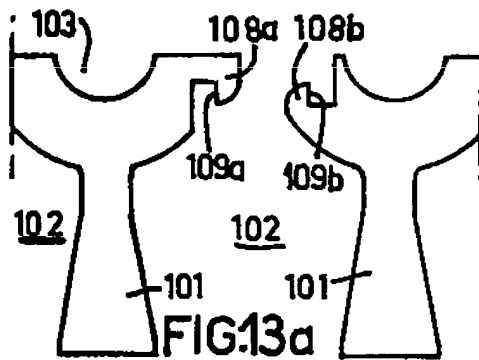


FIG 13a

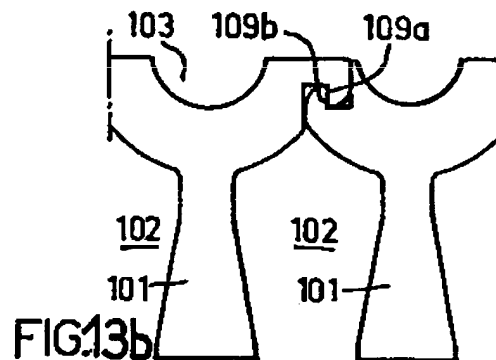


FIG 13b

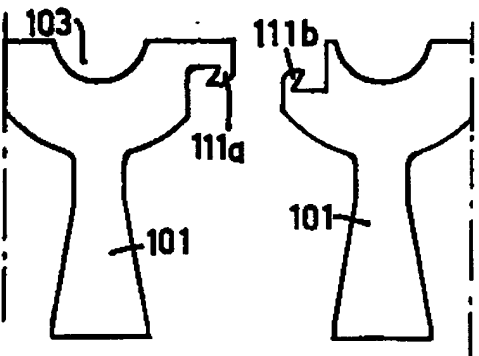


FIG 14a

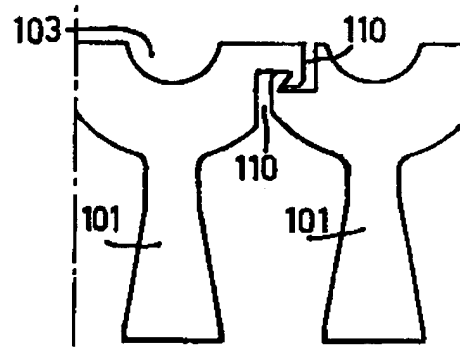


FIG 14b

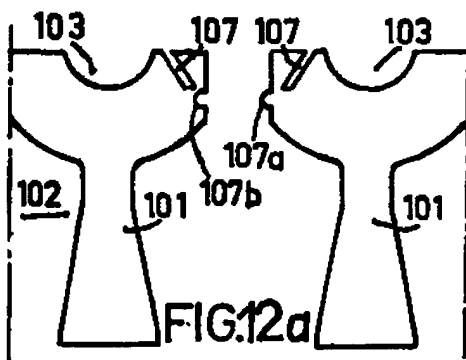


FIG 12a

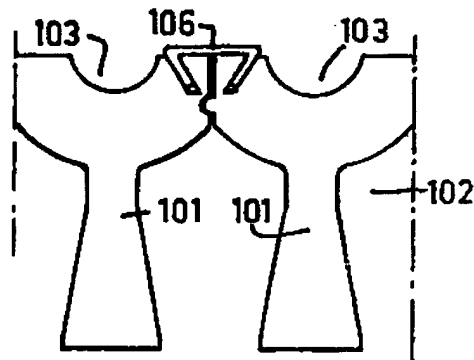


FIG 12b

2629532

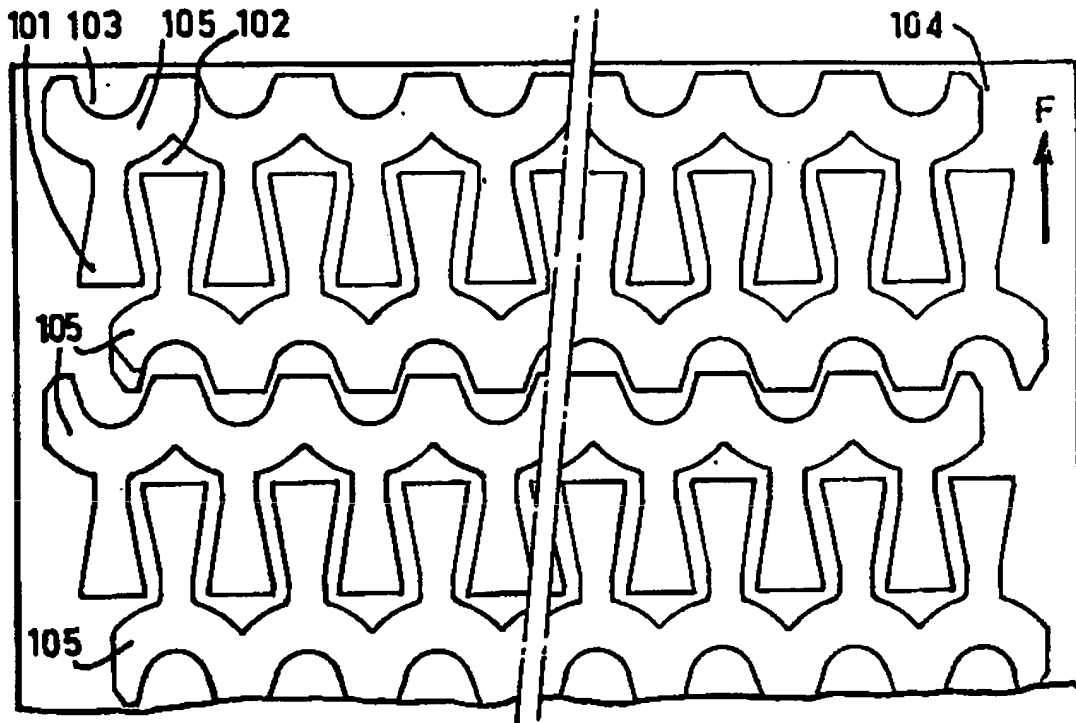


FIG.10

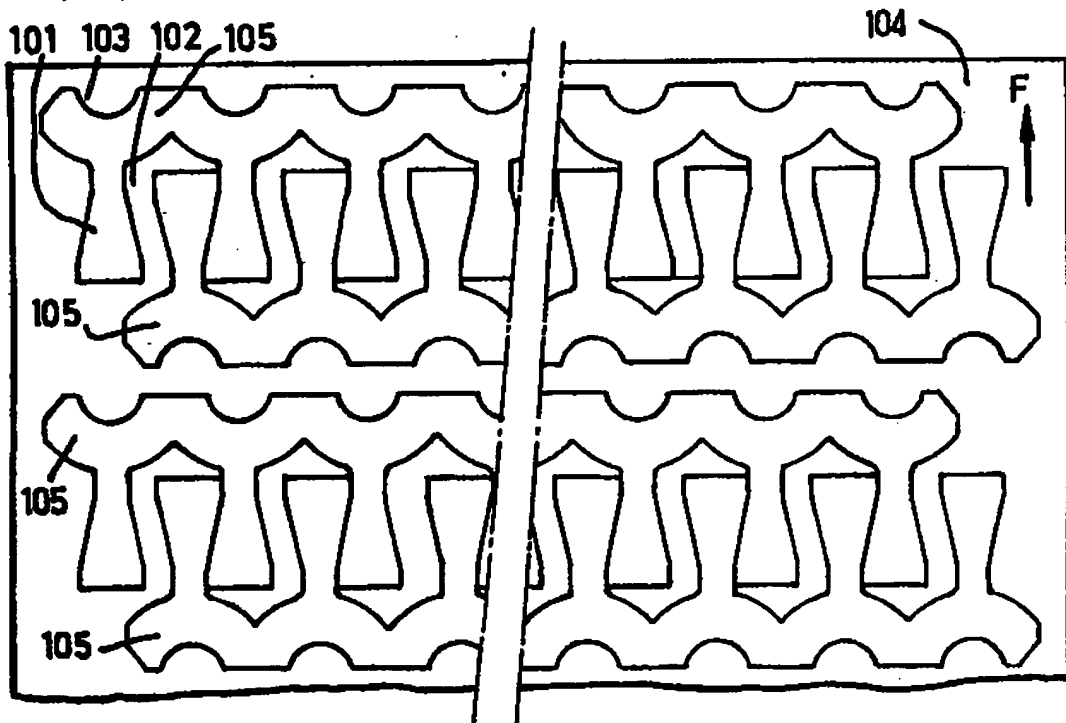


FIG.11

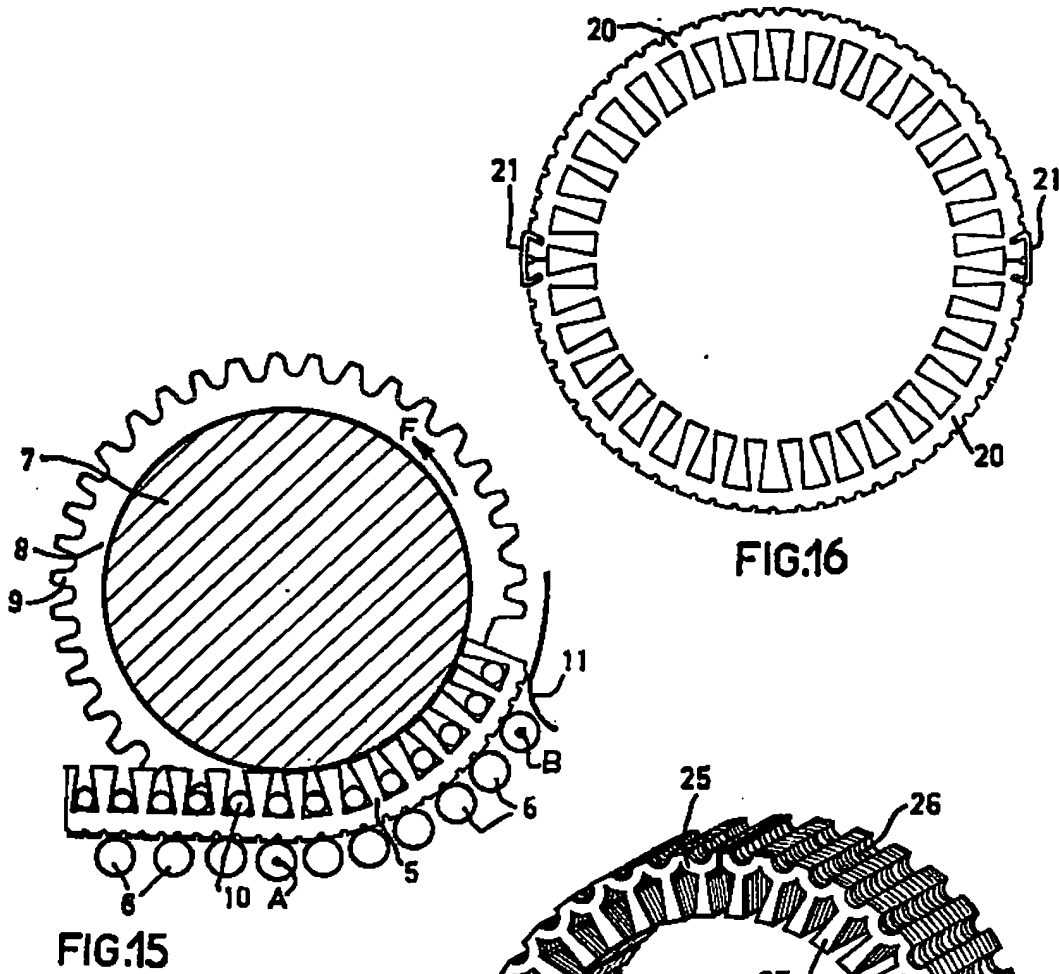


FIG. 16

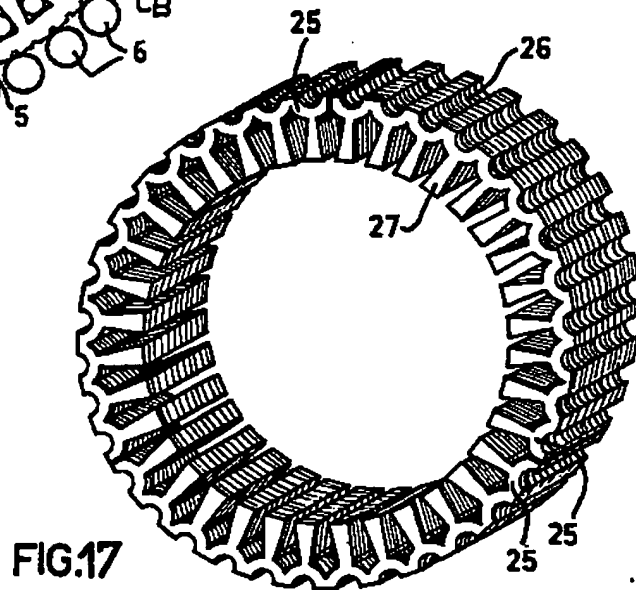


FIG. 17

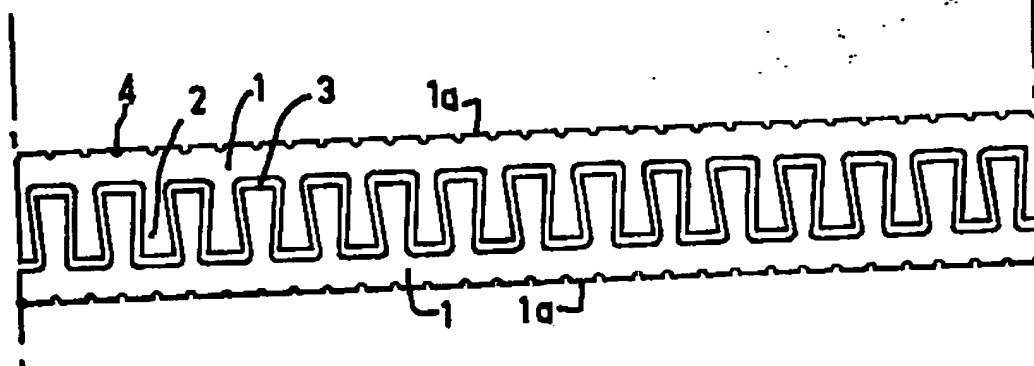
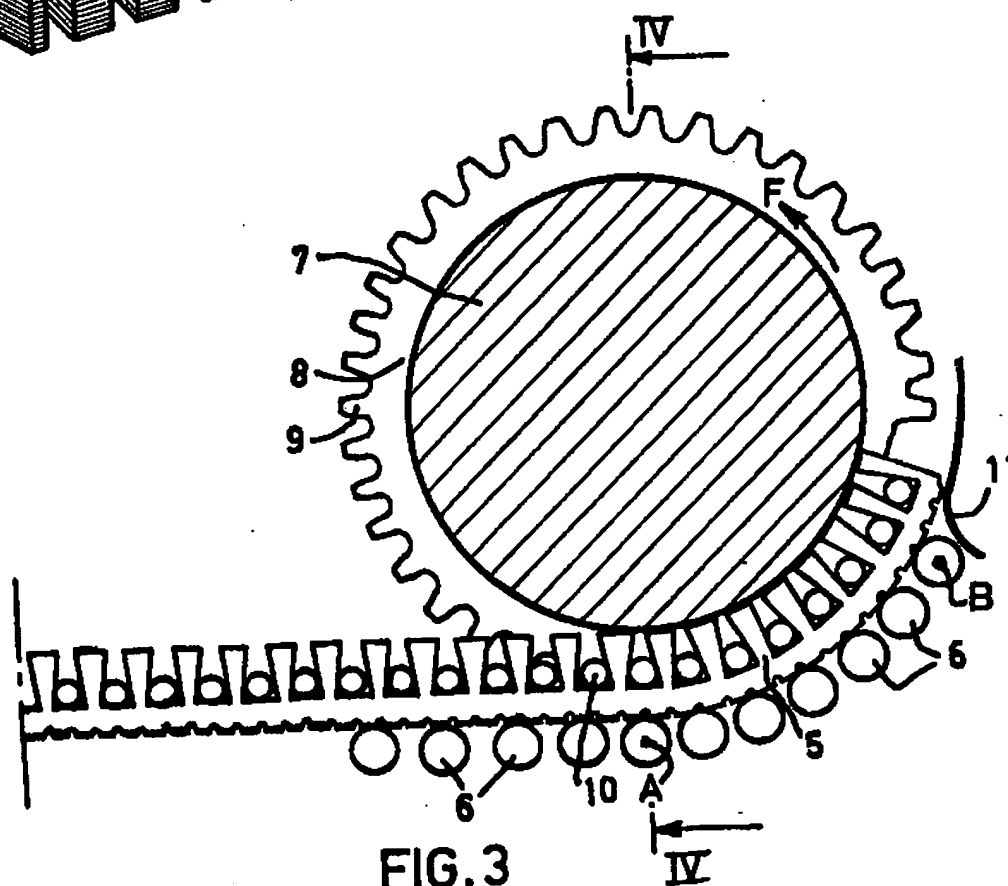
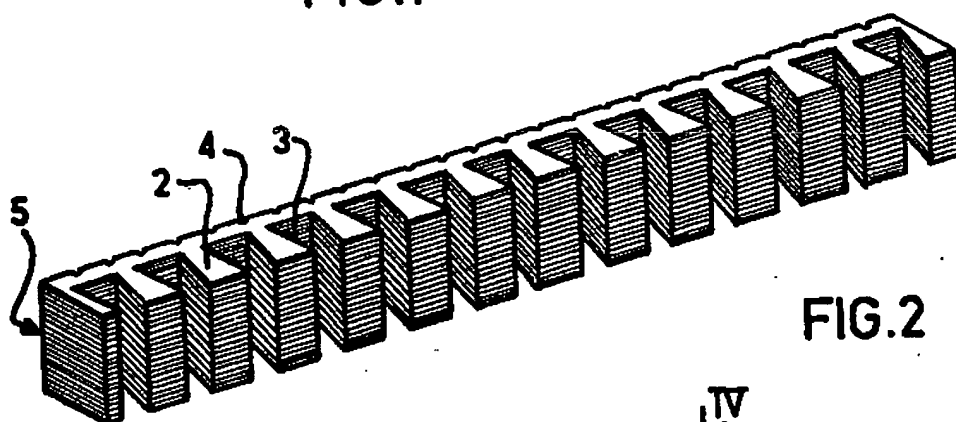


FIG.1



609884/0351



DEUTSCHES
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 26 29 532.9-32
②② Anmeldetag: 1. 7. 76
④③ Offenlegungstag: 27. 1. 77
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 24. 11. 88

DE 2629532 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③④

03.07.75 FR 7520927 17.02.78 FR 7604317
25.02.76 FR 7605287

⑦③ Patentinhaber:

Société pour l'Équipement de Véhicules; S.E.V.
Alternateurs, Issy-Les-Moulineaux, FR

⑦④ Vertreter:

Hann, M., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Sternagel, H.,
Dipl.-Chem. Dr.phil.nat., Pat.-Anwälte, 5080 Bergisch
Gladbach

⑦② Erfinder:

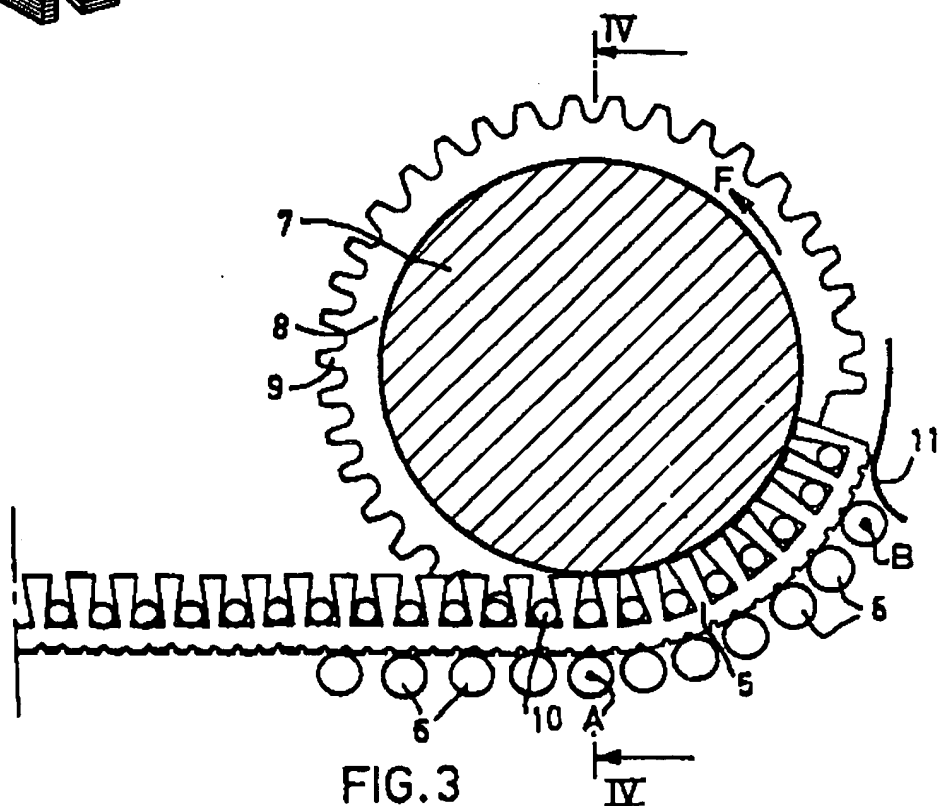
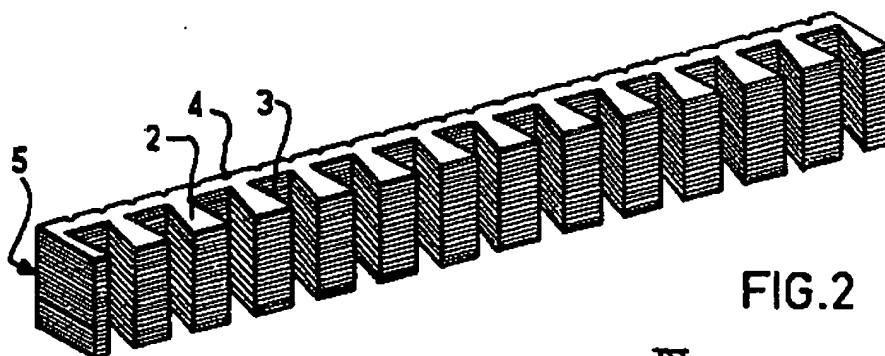
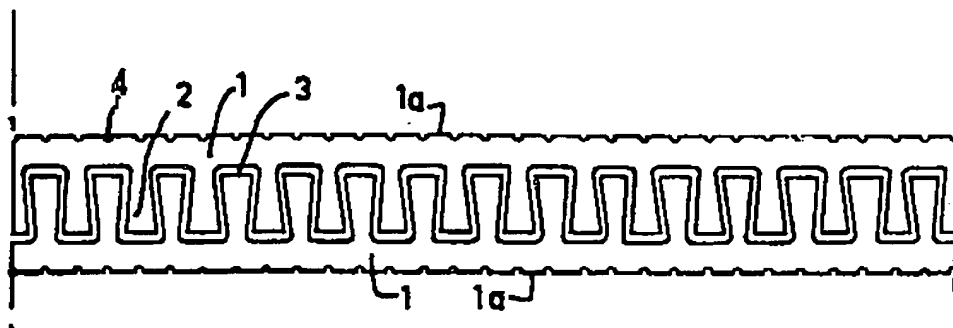
Rich, Bernard, Issy-les-Moulineaux, FR

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-AS 17 63 508
DE-AS 10 44 246
DE-OS 19 13 309
GB 4 11 738
US 19 70 536
US 19 20 354
US 19 20 155
US 19 20 154

⑤④ Verfahren zur Herstellung eines ringförmigen Elementes aus elektromagnetischem Material

DE 2629532 C2



Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines ringförmigen Elementes aus elektromagnetischem Material durch

- a) Ausstanzen von identischen Bändern mit im wesentlichen parallel zueinander verlaufenden Kanten und Mittellinien,
- b) Anbringen einer Aufeinanderfolge von zackenförmigen Kerben, die durch Zähne voneinander getrennt sind an einem der Ränder der Bänder,
- c) Aufeinanderschichten der Bänder derart, daß die Mittellinien entsprechender Ränder aufeinanderliegen und alle Zähne sich rechtwinklig zueinander befinden, bis ein Bandpaket der für das herzustellende Element gewünschten Dicke erhalten wird,
- d) Biegen des Bandpaketes zu einem ringförmigen Sektor unter einem Winkel von 360° , dessen Achse senkrecht zur Ebene der geschichteten Bänder angeordnet ist, so daß am Ende der Biegung die beiden Enden des Bandpaketes einander gegenüberliegend angeordnet sind,
- e) Verbinden der beiden Enden des gebogenen Bandpaketes,

dadurch gekennzeichnet, daß man

- f) zum Einführen der Bandpakete in eine Biegevorrichtung in den einzelnen zackenförmigen Kerben des Bandpaketes mit einer Antriebseinrichtung verbundene Spindeln anordnet, die länger sind als die Dicke des Bandpaketes und deren Durchmesser so groß ist, daß der Boden und die beiden begrenzenden Seitenränder der zackenförmigen Kerben von der Spindel berührt werden und
- g) als Antriebseinrichtung ein Rad verwendet, dessen Außendurchmesser mit dem Innendurchmesser des herzustellenden ringförmigen Elementes übereinstimmt und wobei das Rad zwischen zwei gezahnten Flanschen eingespannt ist, die Zahnungen der beiden Flanschen identisch und einander gegenüberliegend angeordnet sind und eine Steigung entsprechend der Steigung der Kerben des Bandpaketes haben und durch ein Ablenkelement, welches aus einer Reihe von Rollen besteht, die der Peripherie des Rades gegenüber in einem Abstand angeordnet sind, das zu biegende Bandpaket zwischen dem Rad und dem Ablenkorgan hindurchführt und das Bandpaket um das Rad biegt.

2. Verfahren zur Herstellung eines ringförmigen Elementes aus elektromagnetischem Material durch

- a) Ausstanzen von identischen Bändern mit im wesentlichen parallel zueinander verlaufenden Kanten und Mittellinien,
- b) Anbringen einer Aufeinanderfolge von zackenförmigen Kerben, die durch Zähne voneinander getrennt sind, an einem der Ränder der Bänder,
- c) Aufeinanderschichten der Bänder derart,

daß die Mittellinien entsprechender Ränder aufeinanderliegen und alle Zähne sich rechtwinklig zueinander befinden, bis ein Bandpaket der für das herzustellende Element gewünschten Dicke erhalten wird.

- d) Biegen des Bandpaketes zu einem ringförmigen Sektor unter einem Winkel 360° , dessen Achse senkrecht zur Ebene der geschichteten Bänder angeordnet ist, Biegen eines weiteren Bandpaketes oder weiterer Bandpakete, die nach den Schritten a) bis c) hergestellt wurden, mit dem gleichen Radius, so daß zusammen mit dem ersten Paket ein ringförmiges Element entstehen kann,
- e) Verbinden der Enden der gebogenen Bandpakete,

dadurch gekennzeichnet, daß man

- f) zum Einführen der Bandpakete in eine Biegevorrichtung in den einzelnen zackenförmigen Kerben des Bandpaketes mit einer Antriebseinrichtung verbundene Spindeln anordnet, die länger sind als die Dicke des Bandpaketes und deren Durchmesser so groß ist, daß der Boden und die beiden begrenzenden Seitenränder der zackenförmigen Kerben von der Spindel berührt werden und
- g) als Antriebseinrichtung ein Rad verwendet, dessen Außendurchmesser mit dem Innendurchmesser des herzustellenden ringförmigen Elementes übereinstimmt und wobei das Rad zwischen zwei gezahnten Flanschen eingespannt ist, die Zahnungen der beiden Flansche identisch und einander gegenüberliegend angeordnet sind und eine Steigung entsprechend der Steigung der Kerben des Bandpaketes haben und durch ein Ablenkelement, welches aus einer Reihe von Rollen besteht, die der Peripherie des Rades gegenüber in einem Abstand angeordnet sind, das zu biegende Bandpaket zwischen dem Rad und dem Ablenkorgan hindurchführt und das Bandpaket um das Rad biegt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß durch Anordnen der benachbarten Enden von n gebogenen Bandpaketen ein ringförmiges zylindrisches Element gebildet wird, wobei n eine ganze Zahl größer 1 ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bänder aus einer flachgewalzten Blechscheibe gestanzt werden, wobei die gekerbten Ränder der Bänder praktisch senkrecht zur Walzrichtung des Bleches angeordnet werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß man die Bänder eines Bandpaketes vor der Durchführung des Biegevorganges im wesentlichen senkrecht zur Ebene der Bänder mittels Schweißen entlang einem der Ränder des Bandpaketes miteinander verbindet.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung zwischen zwei benachbarten Enden des oder der gebogenen Bandpakete durch Schweißen erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung zwi-

schen zwei benachbarten Enden des oder der gebogenen Bandpakete durch mechanische Kupplung erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß an den Bändern entlang dem Rand, der dem Kerben versehenen Rand gegenüberliegt, Hohlräume angebracht werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlräume in den Bändern parallel zum Rand angebracht werden und die im gebogenen Paket ausgebildeten Hohlräume eine halbkreisförmigen Querschnitt aufweisen.

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentren der Hohlräume in den Bändern parallel zum Rand auch der Achse der Kerben und/oder Zähne angeordnet werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das gebogene Bandpaket oder die Bandpakete nach der Biegung der Wirkung einer Presse unterzogen werden, die parallel zur Biegeachse wirkt.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß am Boden der zackenförmigen Kerben in der Mitte eine Vertiefung vorhanden ist.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines ringförmigen Elementes aus elektromagnetischem Material gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 oder 2.

Es ist bekannt, daß die Statoren bei elektrischen Rotationsmaschinen, insbesondere Wechselstromgeneratoren bei Automobilen, aus aufeinandergeschichteten Blechen bestehen, wobei dieser Schichtkörper allgemein die Form eines zylindrischen Rings aufweist und auf seiner zylindrischen Innenwandung mit Einkerbungen versehen ist. Dieselbe Konstruktion gibt es für Rotoren bei elektrischen Rotationsmaschinen.

In den USA-Patenten 19 20 154; 19 20 155; 19 20 354 und 19 70 536 wurde vorgeschlagen, ein kontinuierliches Band in ein Blech zu schneiden, dessen eine Kante geradlinig verläuft und dessen andere Kante Kerben in Form von Zacken aufweist, wobei das Band anschließend auf der Schmalseite zur Bildung des Stators spiralförmig aufgewickelt wird. Das Schneiden des Bandes kann mit einem sehr geringen Materialverlust erfolgen, da man gleichzeitig in ein rechtwinkliges Blech zwei identische Bänder stanzen kann, wobei die zwei aufeinanderfolgende Kerben eines Bandes trennenden Zähne schuppenartig in die zackenförmigen Kerben des anderen Bandes eingreifen. Die automatische spiralförmige Aufwicklung der geschnittenen, ausgezackten Bänder bringt große Schwierigkeiten dadurch mit sich, daß die Zähne einer Wickelspirale sich präzise den Zähnen der vorangehenden Spirale gegenüberliegend befinden müssen. Die erforderlichen Wickelmaschinen sind daher von außerordentlicher Komplexität, derart, daß der Herstellungspreis der Statoren einerseits durch die Amortisation der Maschinen und andererseits durch die Installations- und Wartungskosten sowie durch die Kosten für die Justierung im Laufe der Benutzung erhöht wird.

DE-OS 19 13 303 richtet sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines lamellierten Stators für Generatoren, dabei wird ein Blechstreifen mit Statorschlitz und mit einer Verzahnung entlang der Kanten versehen und

dann unter Verwendung eines Antriebsritzeis in eine Wickelform gepreßt, so daß ein wendelförmig gewickelter Körper entsteht.

In GB-PS 4 11 738 ist ebenfalls ein Verfahren zum Herstellen von lamellierten Statoren beschrieben, bei dem ein Blechstreifen mit Statorschlitz versehen und anschließend gebogen wird.

Aus DE-AS 10 44 246 ist ein Verfahren zum Herstellen eines lamellierten Joches aus hochkant stehenden Bändern ferromagnetischen Materials bekannt, bei dem flache gerade Bänder aufgestapelt werden und unter Druck das Blechpaket hochkant zu einem Kreis oder Kreisbogen verformt wird. Um das Wellen der Bänder bei kleinen Durchmessern zu vermeiden, wird das Einkernen des Blechbandes an der Innen- oder der Außenkante vorgeschlagen.

In diesem Zusammenhang ist auch erwähnt, daß es bekannt sei, ein Blechband, das an einer Kante mit eingestanzten Schlitz versehen ist, mit Hilfe von Rollen hochkant zu biegen.

Aus DE-AS 17 63 506 ist ein kleiner Elektromotor bekannt, mit geschlossenen Ständernuten, der aus einem Paket aufeinandergeschichteter gerader Blechstreifen gebogen werden kann. Die Kerben des derart gebogenen Blechpaketes erstrecken sich radial nach außen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Herstellen von ringförmigen Elementen aus elektromagnetischem Material zu schaffen, bei dem einerseits der Materialverlust beim Stanzen der Bleche während der Herstellung von Ringbändern verringert ist, und bei dem das Biegen von Stapeln von Blechstreifen unter Einsatz von einfachen Einrichtungen zu genau dimensionierten Elementen führt.

Diese Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 oder 2 gekennzeichneten Merkmale gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders für die Herstellung von ringförmigen Statoren oder Rotoren bei elektrischen Rotationsmaschinen geeignet.

Es können gleichzeitig zwei Bänder eines gleichen zu biegenden Bandpakets gestanzt werden, wobei die Zähne des einen Bandes in die Kerben des anderen Bandes eingreifen. Um das Bandpaket in die Biegevorrichtung zu bewegen, ordnet man jeder der Vielzahl von Kerben des Bandpakets Spindeln zu, die eine größere Breite als die Dicke des Bandpakets aufweisen, wobei eine Antriebsvorrichtung mit den Enden der Spindeln zusammenarbeitet. Vorzugsweise wird eine Spindel in jeder Kerbe des Bandpakets vorgesehen, wobei alle Spindeln identisch sind. Vorteilhafterweise ist der Durchmesser der Spindeln gleich dem Durchmesser des Kreises, welcher, in eine beliebige Kerbe des ringförmigen Elementes gelegt, den Boden der Kerbe und die beiden die Kerbe begrenzenden Seitenränder berührt. Die mit den Spindeln zur Herstellung der Biegung des Bandpakets zusammenarbeitende Antriebsvorrichtung ist ein Rad mit dem Innendurchmesser des herzustellenden ringförmigen Elementes, wobei das Rad zwischen zwei gezahnten Flanschen eingeschlossen ist, die Verzahnungen der beiden Flansche identisch und einander gegenüberliegend angeordnet sind und eine Steigung entsprechend der Steigung der Kerben des Bandpakets, sowie ein Ablenkelement aufweisen, das vorzugsweise aus einer Reihe von Rollen besteht und der Peripherie des Rades gegenüber in einem Abstand angeordnet ist, welcher den Durchtritt des zu biegenden Bandpakets durch das Rad und das Ablenkelement gestattet; einer der gezahnten Flansche ist abnehmbar und die Bänder des gebogenen Bandpakets sind vor der Biegung miteinander ver-

bunden: die Verbindung der Bänder des Bandpakets erfolgt durch Schweißung entlang den Rändern des Bandpakets; auf den Bändern werden vor der Biegung entlang demjenigen Rand, welcher dem die Kerben aufweisenden Rand gegenüberliegt, Hohlräume vorgesehen; die auf der geradlinigen Kante der Bänder vorgesehenen Hohlräume sind halbkreisförmig ausgebildet; die Zentren der auf dem geradlinigen Rand der Bänder vorgesehenen Hohlräume befinden sich auf der Achse der Kerben und/oder der auf dem anderen Rand des Bandes vorgesehenen Zähne; rechtwinklig zu jedem Zahn ist ein Hohlraum vorgesehen und der Boden der Kerbe weist in seiner Mitte eine Vertiefung auf; die Zähne sind zumindest in ihrem mittigen Bereich trapezförmig ausgebildet; die Hohlräume sind halbkreisförmig und die Böden der Kerbe aus zwei Kreisbögen gleichen Durchmessers gebildet, deren Zentren praktisch mit den Zentren der der betreffenden Kerbe benachbarten Hohlräume zusammenfallen; nach der Biegung wird das gebogene Paket der Wirkung einer zur Biegeachse parallel gleitenden Presse ausgesetzt; die Anordnung der Enden des oder der gebogenen Bandpakete, welche das Element bilden sollen, erfolgt entweder durch Schweißung oder durch mechanische Verbindung oder durch Halten der nebeneinander liegenden Pakete in einer Außenhülle; vorteilhafterweise kann man in der Verbindungszone der beiden Enden eines gebogenen Pakets einen vorspringenden, mit einem entsprechenden Hohlraum zusammenwirkenden Ansatz vorsehen, wodurch eine radiale Anordnung relativ zu den benachbarten Enden gewährleistet wird; wenn die Montage durch mechanische Verbindung erfolgt, kann eine Hakenvorrichtung verwendet werden, wie z. B. eine auf den Enden des gebogenen Bandpakets angeordnete Zahnsperre. Erfolgt die mechanische Verbindung durch eine Verhakung, ist der entsprechende Haken vorzugsweise parallel zur Achse des herzustellenden Elementes anzuordnen und kann vorteilhafterweise im Querschnitt schwalbenschwanzförmig ausgebildet sein, wobei die Flügel des Hakens in die während des Schneidens der die zu biegenden Bandpakete bildenden Bänder entstehenden Schlitz eindringen. Wenn die mechanische Verbindung durch eine Zahnsperre erfolgt, werden die Zähne vorteilhafterweise durch Schneiden der Enden der die zu biegenden Bandpakete bildenden Bänder erhalten. Die Abstützfläche der Zähne der Sperrvorrichtung kann entsprechend einer radialen Ebene des Elementes angeordnet oder mit Bezug auf die radiale, durch die Zähne der Sperrvorrichtung führende Ebene des Stators schräg ausgebildet sein.

Die Bänder des Bandpaketes sind bevorzugt in zumindest einer weiteren als derjenigen Zone miteinander verbunden, in welcher die Verbindung der beiden Enden des Bandpakets erfolgt. Die ergänzende Verbindung der Bänder des Bandpakets erfolgt durch Schweißung entlang einem der Ränder des Bandpakets. In einer abgewandelten Ausführungsform erfolgt die ergänzende Verbindung der Bänder des Bandpakets durch Vernietung.

Ist der Winkel α kleiner als 360° , führt das erfindungsgemäße Verfahren zu einem Element durch Anordnung einer Mehrzahl gebogener Bandpakete, von denen jedes einem kreisförmigen Sektor entspricht und beispielsweise den gleichen Winkel im Zentrum aufweist. Die Ausbildung eines ringförmigen Elementes kann mit zwei, drei oder vier identischen gebogenen Bandpaketen erfolgen.

Beträgt der Winkel α 360° , führt das erfindungs-

gemäße Verfahren zu einem Element mittels eines einzigen gebogenen Bandpakets; der Radius des Biegekreises des Bandpakets entspricht dem am Ende der Biegung, wobei die beiden Enden des Bandpakets einander gegenüberliegend angeordnet sind. Vorteilhafterweise kann man zumindest eines der Enden des Bandpakets vor dem Durchgang des Pakets durch die Biegemaschine einer Vorbiegung unterziehen. Am Ende des Biegevorgangs verbindet man die betreffenden Spindeln mit zwei Seitenkerben des gebogenen Bandpakets, beispielsweise mittels zumindest einer Befestigung, welche auf zumindest einem der Enden der entsprechenden Spindeln benachbart den Kerben des Endes angeordnet ist, wobei jeder seitliche Flansch des Biegerades im rechten Winkel zur Befestigung hohl ausgebildet ist, um den Durchtritt bei Entfernen des Flansches zu gestatten. Vorzugsweise verbindet man die jeweiligen Spindeln mit den Kerben des Endes des Bandpakets durch Anordnung einer Befestigung an jedem Ende der Spindeln; bei Verwendung eines Ablenkelements zur Durchführung der Biegung besteht dieses Organ vorteilhafterweise aus einer Reihe von Ablenkrollen, und wenn der sich auf den Ablenkrollen abstützende Rand des zu biegenden Bandpakets regelmäßig verteilte Hohlräume aufweist, wählt man zur Anordnung der Ablenkrollen eine erste Winkelteilung mit Bezug auf die Winkelteilung der Hohlräume.

Es kann eine zusätzliche Verbindung der Bänder des gebogenen Bandpakets in einem anderen als dem den Enden des Bandpakets entsprechenden Bereich erfolgen.

Es wurde überraschend gefunden, daß die Bänder des zu biegenden Bandpakets beispielsweise mittels Schweißung im wesentlichen senkrecht zur Ebene der Bänder des Blechpakets untereinander vor Durchführung des Biegevorgangs verbunden werden können, ohne dadurch den Biegevorgang zu beeinträchtigen. Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Bänder des zu biegenden Bandpakets verbunden, bevor das Paket dem Biegevorgang unterzogen wird; daraus ergibt sich ein beachtlicher Vorteil, denn die Handhabung des zu biegenden Bandpakets und seine Anordnung auf der Biegemaschine sind wesentlich vereinfacht.

Es wurde überraschend festgestellt, daß bei Belastung eines oder mehrerer Luftspalte zwischen den gebogenen Bandpaketen, welche erfindungsgemäß zur Herstellung des Elementes angeordnet werden, die elektromagnetischen Eigenschaften des Elementes nicht nennenswert geändert werden.

Dient das gebogene Bandpaket der Herstellung eines Stators für einen Wechselstromgenerator, können, wie vorstehend erwähnt, vor der Biegung auf den Bändern entlang der Kante, welche dem die Kerben in Form von Zacken aufweisenden Rand gegenüberliegt, Hohlräume begrenzter Dimensionen zur Vereinfachung des Biegevorgangs vorgesehen werden. Vorteilhafterweise lassen sich bestimmte Biegehohlräume erweitern und zur Unterbringung der Spannanker des Wechselstromgenerators verwenden, d. h. der Spannanker, welche die Verbindung mit dem Flansch-Stator vor und hinter dem Wechselstromgenerator gestatten. Des weiteren können die auf dem Blechbandrand ohne Kerben vorgesehenen Hohlräume systematisch erweitert werden, derart, daß das gebogene Blechpaket eine Mehrzahl von bedeutenden Hohlräumen aufweist, welche parallel zur Achse des das gebogene Blechpaket bildenden Zylinders verlaufen. Unter diesen Umständen verbleiben,

wenn das Element als Stator eines Wechselstromgenerators verwendet wird, auf der die Hohlräume tragenden Kante des Pakets Kanäle, welche den Durchgang von Luft gestatten, da nur einige dieser Hohlräume von den Montage-Spannankern eingenommen werden und eine Mehrzahl zusätzlicher Hohlräume frei bleibt. Diese Möglichkeit der Spülung des Randes ohne Polanschläge vermittelt als Kühlstroms erbringt, soweit es sich um einen Rotor oder Stator handelt, eine wesentliche Verbesserung der Kühlung der Rotationsmaschine und folglich ihrer Eigenschaften.

Wird auf dem Rand der gestanzten Bänder ohne Kerben zumindest ein Hohlraum vorgesehen, verkleinert sich der Querschnitt für den magnetischen Fluß mit Bezug auf die benachbarten Durchtrittsquerschnitte. Es wurde überraschend festgestellt, daß diese Verkleinerung des Durchtrittsquerschnitts praktisch keine Beeinträchtigung der Eigenschaften der Rotationsmaschine mit sich bringt, in welcher das auf diese Weise hergestellte Element als Stator oder Rotor eingesetzt wird, selbst wenn die Anzahl der Hohlräume verhältnismäßig groß wird. Daraus ergibt sich, daß der verbleibende restliche Querschnitt rechtwinklig zu den Hohlräumen ausreichend ist und die Querschnitte für den Fluß in den Bereichen, welche keinen Hohlraum aufweisen, vermindert werden können, derart, daß dieser Querschnitt gleich demjenigen ist, der in den einen Hohlraum aufweisenden Bereichen vorhanden ist. Wird ein Hohlraum bei jedem Planschlag vorgesehen, kann der Boden der Kerbe so ausgebildet sein, daß der Querschnitt für den Durchtritt des magnetischen Flusses zwischen den Polanschlägen des Stators oder Rotors praktisch konstant gehalten wird.

Damit wird ein Rotor oder Stator mit einem praktisch konstanten Querschnitt für den Durchtritt des magnetischen Flusses hergestellt, welcher auf dem Rand des gebogenen Paketbandes ohne Kerben parallele Kanäle für die Kühlung aufweist.

Im übrigen werden die Bänder zur Herstellung des zu biegenden Bandpakets vorzugsweise derart gestanzt, daß die praktisch geradlinigen Ränder dieser Bänder senkrecht zur Richtung der Schichtung der Blechscheiben verlaufen, in welche die Bänder gestanzt werden. In dieser Anordnung verlaufen die in Schichtrichtung ausgerichteten Fasern des Metalls praktisch parallel zur Achse der Polanschläge, und die Biegung des Blechpakets erfolgt in vereinfachter Form. Beim erfindungsgemäßen Verfahren ist es vorteilhaft, wenn die Bänder eines zu biegenden Bandpaketes in eine Flachgewalzte Blechscheibe gestanzt werden, wobei die mit Kerben versehenen Ränder dieser Bänder praktisch senkrecht zur Walzenrichtung der Blechscheibe angeordnet sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren weist bei seiner Durchführung keinerlei Schwierigkeiten auf, da die Biegung des Blechpakets auf der Schmalseite ohne präzise Einstellung der Biegemaschine erfolgen kann. Die Biegung der Bandpakete, für welche die Bandlänge am Boden der Kerbe von Bedeutung ist, wird durch das Vorhandensein der auf dem geradlinigen Rand der Bänder vorgesehenen Hohlräume erleichtert. Außerdem können die durch die vorstehend genannten Hohlräume gebildeten Kanäle eine wirksame Kühlung des Stators oder Rotors entsprechend der Erfindung durch Luftzirkulation bewirken. Durch Vorsehen einer Vertiefung in den Kerbenböden wird ein Querschnitt für den Durchtritt von magnetischem Fluß gewährleistet, welcher trotz des Vorhandenseins von Hohlräumen konstant ist und befriedigende elektromagnetische Eigenschaften

bei wesentlich geringeren Metallgewichten erbringt, was einer Herabsetzung der Herstellungskosten des Elementes beinhaltet.

Wenn der Winkel α der Biegung groß ist, d. h. mehr als 180° beträgt, muß die Länge am Boden der Kerben der Bänder, aus welchen das zu biegende Blechpaket besteht, mit Bezug auf den am Boden der Kerbe gemessenen Biegeradius relativ begrenzt sein; beträgt der Winkel α 360° , erhält man für Magnetbleche gewöhnlicher Duktilität gute Ergebnisse, wenn das Verhältnis der Bandlänge am Boden der Kerbe zum Biegeradius am Boden der Kerbe unter $1/8$ liegt.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit den Zeichnungen.

Es zeigt

Fig. 1: eine Draufsicht auf zwei geradlinige, identische, in ein rechtwinkliges Blech gestanzte Bänder zur Bildung eines Elementes durch Biegung unter einem Winkel α von 360° ;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines Bandpaketes, welches durch Überlagerung von Bändern entsprechend denen nach Fig. 1 erhalten wird;

Fig. 3 eine schematische Darstellung im Aufriß und während des Betriebs des Rades einer Maschine, welche die Biegung des Bandpaketes nach Fig. 2 durchführt, wobei der Flansch vor dieser Maschine abgezogen ist;

Fig. 4 einen Schnitt entlang der Linie IV-IV der Fig. 3, wobei das Rad mit seinen beiden Seitenflanschen versehen ist;

Fig. 5 die Vorrichtung nach Fig. 3 nach Durchführung der Biegung des Paketbandes;

Fig. 6 im Detail die Verbindung der beiden Spindeln, welche den Kerben des Endes des gebogenen Paketbandes zugeordnet sind;

Fig. 7 eine perspektivische Teilansicht des Elementes, in welcher das Biegerad der Fig. 5 weggelassen ist, mit den Spindeln und den entsprechenden Spindel-Befestigungsmitteln;

Fig. 8 das Element nach Fig. 7 nach der Schweißung der Verbindungszone der Enden und nach Entfernen der Spindeln;

Fig. 9 eine perspektivische Teilansicht eines Elementes entsprechend einer Ausführungsform, wobei dieser Stator ebenfalls durch Biegung unter einem Winkel von 360° erhalten wurde;

Fig. 10 eine Draufsicht auf die Stanzanordnung zur Herstellung der Bänder des gebogenen Bandpaketes, aus welchem das Element nach Fig. 9 besteht;

Fig. 11 eine Draufsicht auf eine Abwandlung der in Fig. 10 dargestellten Ausführungsform;

Fig. 12a und 12b zeigen schematische Darstellungen vor und nach der mechanischen Verbindung der Enden des Elementes nach Fig. 1, wenn die Verbindung dieser Enden durch Hakenwirkung erfolgt;

Fig. 13a und 13b zeigen vor und nach der mechanischen Kupplung die Verbindung der Enden des gebogenen Bandpaketes mittels einer Zahnsperre mit zwei Zähnen, deren Abstützflächen radial ausgebildet sind;

Fig. 14a und 14b zeigen schematische Darstellungen vor und nach der mechanischen Kupplung der Enden des gebogenen Bandpaketes, wobei die Verbindung durch eine Zahnsperre mit zwei Zähnen erfolgt, deren Abstützflächen mit Bezug auf die durch die Zähne führende radiale Ebene schräg ausgebildet sind;

Fig. 15 zeigt schematisch im Aufriß und im Betrieb das Rad der Maschine, welche die Biegung eines Band-

pakets analog demjenigen nach Fig. 2 durchführt, wobei der Flansch vor dieser Maschine zurückgezogen ist:

Fig. 16 eine schematische Darstellung eines Elementes, welches durch Montage von zwei gebogenen identischen Bandpaketen erhalten wurde, wobei der Biege-
winkel 180° beträgt;

Fig. 17 eine perspektivische Darstellung eines Elementes, welches durch Montage von drei identischen Bandpaketen erhalten wurde, wobei jedes Bandpaket außerhalb der Kanäle einen halbkreisförmigen Querschnitt rechtwinklig zu jedem Zahn aufweist und der Biege-
winkel 120° beträgt;

In Fig. 1 wurde jedes der beiden zackenförmigen Bänder, welche in ein gleiches rechtwinkliges Blech gestanzt wurden, mit 1 bezeichnet. Jedes Band 1 weist einen praktisch geradlinigen Rand 1a und einen zackenförmigen Rand auf, entlang welchem trapezförmig ausgebildete Zähne 2 durch Kerben 3 voneinander getrennt sind. Die Zähne 2 des einen Bandes werden in den Kerben 3 des anderen Bandes enthaltenen Bereichen gestanzt. Demgemäß ist der Materialverlust zum Zeitpunkt des Stanzens der beiden Bänder 1 aus einem gleichen rechtwinkligen Blech sehr gering. Entlang dem praktisch geradlinigen Rand 1a weist jedes Band halbkreisförmige Hohlräume 4 eines Durchmessers von 2 mm auf, wobei der Mittelpunkt dieser Hohlräume entweder in der Achse der Zähne 2 oder in der Achse der Kerbe 3 angeordnet ist. In dem beschriebenen Beispiel beträgt die Bandbreite am Boden der Kerben 5 mm; der Abstand zwischen den Achsen der beiden aufeinanderfolgenden Kerben beträgt 10 mm; die Breite des Bandes 1 im Scheitelpunkt der Zähne 2 beträgt 15 mm. Die große Grundlinie der Trapezform, aus welcher jeder Zahn besteht, ist die vom Kerbenboden am weitesten entfernte; sie hat eine Länge von 5 mm, so daß die Länge der kleinen Basis der Trapezform 3 mm beträgt. Die Blechbreite, in welche die beiden zackenförmigen Bänder eingestanzt werden, beträgt 22 mm, so daß sich ein Stanzabfall von 2 mm zwischen den Zähnen eines Bandes 1 und den Rändern der Kerben 3 des anderen Bandes 1 ergibt.

Fig. 2 veranschaulicht eine Schichtung von mit einer Dicke von 28 mm ausgebildeten Bändern. Die Bänder 1 sind übereinander angeordnet, derart, daß alle Zähne 2 sich rechtwinklig zueinander befinden; es wird auf diese Weise ein biegebereites Bandpaket 5 erhalten; es weist über seine Gesamtlänge 36 Kerben auf; seine beiden Enden bestehen aus halben Zähnen.

Aus Fig. 3—5 ergibt sich der Biegevorgang für das Bandpaket 5. Das Paket ist auf dem Weg in die Biegemaschine dargestellt, wobei diese Bahn auf Rollen 6 läuft und die Achsen der Rollen 6 parallel verlaufen und eine Fläche begrenzen, welche einen ebenen Bereich links vom Punkt A in Fig. 3 und einen zylindrischen Bereich mit kreisförmiger Leitlinie entsprechend dem Bogen AB in Fig. 3 aufweist. Die Rollen 6 wirken links vom Punkt A als Rollenstützen und in dem dem Bogen AB entsprechenden Bereich als Ablenkrollen. Der Bogen AB hat einen Wert zwischen etwa 60° und 90° . Bezüglich des Ablenkorgans, welches aus entlang dem Bogen AB angeordneten Rollen 6 besteht, befindet sich ein zwischen zwei identischen Flanschen 8 eingespanntes Biegerad 7, wobei einer der Flanschen abnehmbar ist. Zwischen dem Rad 7 und den Rollen 6 befinden sich Zwischenräume einer (in radialer Richtung gemessenen) Dicke von 15 mm. Der Rand der Flanche 8 weist eine Aufeinanderfolge von Zähnen auf, deren Achsen sich in einem Abstand von 10° befinden; die Höhe der Zähne 9 der

Flanche 8 beträgt 11 mm, während der Durchmesser der Flanche am Boden der Verzahnung 97 mm ausmacht.

Das Bandpaket 5 wird auf die Rollen 6 aufgelegt, wobei die Hohlräume 4 gegenüber den Rollen 6 angeordnet sind. Der Abstand zwischen den Achsen der beiden aufeinanderfolgenden Rollen 6 ist so gewählt, daß er kein Mehrfaches des Abstands zwischen zwei aufeinanderfolgenden Hohlräumen 4 beträgt. In jede der Kerben 3 des auf den Rollenträgern 6 angeordneten Bandpakets wird eine Spindel 10 aus einem zylindrischen Stab eines Durchmessers von etwa 6 mm und einer Länge von 50 mm eingebracht. Vorzugsweise wird das Ende des Bandpakets 5, welches als erstes in die Zone A der Biegemaschine eingeführt wird, durch eine Presse vorgebogen. Die Spindeln 10 sind mit Bezug auf die Längs-Symmetrie-Ebene des Bandpakets 5 symmetrisch angeordnet. Das mit Spindeln 10 versehene Bandpaket 5 wird über den Bereich A der Biegemaschine gemäß Fig. 3 herangeführt und das Rad 7 in Richtung des Pfeils F angetrieben. Die Zähne 9 der Flanche 8 wirken mit den Enden der Spindeln 10 zusammen und treiben demgemäß das Paket 5 in Richtung des Pfeils F in die Zone zwischen dem Rad 7 und den Rollen 6. Es ergibt sich daher eine progressive Biegung des Bandpakets 5 um das Rad 7. Die entlang dem Bogen AB angeordneten Biegerollen 6 werden von einem Führungselement 11 geführt, durch welches das gebogene Bandpaket 5 zu Beginn des Biegevorgangs gegen das Rad 7 in der hinteren Zone abgestützt gehalten wird.

Wenn das Biegerad 7 eine vollständige Umdrehung ausgeführt hat, nimmt das Paket 5 die Form eines Zylinders an, und die beiden Enden des Pakets 5 befinden sich rechts vom Punkt A der Maschine einander gegenüber. Wie sich im Einzelnen aus den Fig. 5 und 6 ergibt, werden die beiden in den beiden Kerben des Endes des Bandpakets 5 angeordneten Spindeln 10 vermittels zweier heidseitig der beiden Flanche 8 angeordneter Verbindungsmittel auf den Enden der Spindeln 10 verbunden. In der Verzahnung jedes der beiden Flanche 8 ist ein Hohlraum 13 entsprechend der von den Befestigungsmitteln 12 eingenommenen Fläche vorgesehen. Die Hohlräume 13 entsprechen daher dem weggefallenen Zahn 9, welcher sich zwischen den beiden zwei Endkerben entsprechenden Spindeln und den beiden benachbarten Zähnen 9 oder der Hälfte der beiden Zähne 9 befindet.

Sodann wird der abnehmbare der beiden Flanche 8 vom Biegerad 7 getrennt und das gebogene Paket 5 von dem das Rad bildenden Träger abgetrennt. Im Laufe des Biegevorgangs stützen sich die seitlichen Ränder der Kerben 3 des Bandpakets 5 gegen die Spindeln 10 ab. Die Hohlräume 4 wirken als bevorzugte Faltpunkte, derart, daß der Außenrand des gebogenen Pakets eine zylindrische Fläche mit polygonaler Basis ist, wobei die Spitzen des Polygons von den Achsen der Hohlräume 4 gebildet werden. Der auf diese Weise erhaltene Stator ist in Fig. 7 dargestellt. Er wird aufgrund des Vorhandenseins der Befestigungsmittel 12 auf einem Biegeradius entsprechend demjenigen gehalten, welcher in der in Fig. 3 und 4 dargestellten Maschine erhalten wird.

Die Enden des gebogenen Pakets 5 sind einander gegenüberliegend angeordnet, wobei ein sehr geringer Abstand die beiden Enden trennt. Man verschweißt die beiden Enden mit einem Auftragsmetall, um einen geschweißten Stator entsprechend dem in Fig. 8 dargestellten zu erhalten. Nach der Schweißung zwischen den beiden Enden des gebogenen Pakets werden außerdem

die Bänder des Pakets durch eine Zusatzschweißung an den Außenrändern des gebogenen Pakets oder durch Vernietung verbunden, wobei diese Verbindungen in bekannter Weise parallel zur Elementachse erfolgen. Anschließend werden die Spindeln 10 zurückgezogen, indem sie parallel zur Elementachse nach Entfernen der beiden Befestigungsmittel 12 herausgetrieben werden. Auf diese Weise wird ein Element mit 36 Kerben 3 erhalten, mit einer axialen Dicke von 28 mm, einem Außendurchmesser von 127 mm, einem Innendurchmesser von 97 mm und einer Kerbenhöhe von 10 mm.

In einer abgewandelten Ausführungsform kann sich die Verbindungszone des gebogenen Pakets in der Achse einer Kerbe befinden, und in diesem Fall würde das Befestigungsmittel 12 drei Spindeln 10 überlappen.

Die vorstehend beschriebene Vorrichtung ist unkompliziert und läßt sich zu einem relativ günstigen Preis herstellen. Ihre Verwendung bringt keinerlei besondere Einstellschwierigkeiten mit sich, so daß die Inbetriebnahme des erfindungsgemäßen Verfahrens die Herstellung von Elementen, die als Statoren von Wechselstromgeneratoren für Fahrzeuge zu einem niedrigen Herstellungspreis gestattet, da geringe Stanzabfälle anfallen und die Verformungskosten sich in Grenzen halten.

In Fig. 9 wird ein weiterer erfindungsgemäß durch Biegung eines Pakets aus gestanzten Bändern hergestelltes Element in seiner Gesamtheit mit 100 bezeichnet. Die gestanzten Bänder, welche einem Biegevorgang zur Herstellung eines Elementes 100 unterzogen werden, werden über zwei Mantellinien des nicht gekerbten äußeren Randes des Bandpakets vor dem Biegevorgang verschweißt, und dennoch läßt sich der Biegevorgang ohne Schwierigkeiten ausführen. Diese vorläufige Verbindung der gestanzten Bänder erleichtert den Biegevorgang des Bandpakets erheblich und reduziert demgemäß die Herstellungskosten entsprechend. Nach der Biegung unterzieht man das gebogene Paket einer Preßwirkung parallel zur Biegeachse, um eventuelle lokale Verformungen im Blech, insbesondere am Boden der die Zähne des Elementes trennenden Kerben auszugleichen. Diese Preßwirkung erhöht außerdem die Kompaktheit des gebogenen Bandpakets.

Das Element 100 weist Zähne 101 auf, welche durch Kerben 102 voneinander getrennt sind. Benachbart dem Kerbenboden weist der Zahn einen im wesentlichen konstanten Querschnitt auf; in dem vom Kernboden am weitesten entfernten Teil hat jeder 101 jedoch einen trapezförmig ausgebildeten Querschnitt. Rechtwinklig zu jedem Zahn 101 weist das Element 100 einen Kanal mit halbkreisförmigem Querschnitt 103 auf. Der Boden jeder Kerbe 102 hat einen von zwei Kreisbögen gleichen Radius bestimmten Querschnitt, wobei jeder der beiden Kreisbögen als Achse die Achse eines der beiden Kanäle 103 aufweist, welche der Kerbe 102 benachbart sind, wobei diese Achsen im Schnittpunkt der radialen Symmetrieebene eines Zahnes 101 und der das Element 100 außen begrenzenden zylindrischen Oberfläche angeordnet sind. Der Querschnitt für elektromagnetischen Fluß zwischen zwei benachbarten Zähnen 101 ist praktisch konstant. Im übrigen gestatten die Kanäle 103 eine Abkühlung des Elementes 100 durch einen Luftstrom, wenn es in einem Wechselstromgenerator eingebaut ist, durch den Ventilator eines solchen Gerätes.

Aus Fig. 10 und 11 ergibt sich, daß die Bänder, aus deren Aufeinandererschichtung sich das einem Biegevorgang zur Herstellung des Elementes unterzogene Bandpaket ergibt, vorzugsweise in eine Blechplatte 104 ge-

stanzt werden, welche aus einer in Richtung des Pfeils *F* erfolgten Walzung herrührt. Der Walzvorgang richtet die Fasern der Blechplatte in Richtung des Pfeils *F* aus. Die Stanzung der Bänder 105 erfolgt durch Anordnung der Längsränder der Bänder senkrecht zur vom Pfeil *F* angegebenen Walzrichtung. Auf diese Weise werden die Metallfasern in Richtung der Zähne 101 ausgerichtet, was die weitere Biegung vereinfacht. Durch die Stanzung entstehen die Hohlräume, welche die Kanäle 103 bilden, sowie diejenigen Hohlräume, welche die Kerben 102 bilden, wobei zwei benachbarte Kerben 102 durch einen Zahn 101 getrennt werden. Zur Vermeidung von Blechabfällen erfolgt die Stanzung der zu biegenden Bänder vorzugsweise durch umgekehrte Anordnung zweier Bänder 105, wobei die Zähne des einen zu dem für die Kerben des anderen vorgesehenen Stanzungspunkt zurückkehren. Diese Anordnung ergibt sich einwandfrei aus den Fig. 10 und 11. Gemäß Fig. 10 sind die Zähne des einen Bandes in der Mitte der Kerbenzone des anderen Bandes angeordnet und die Vorsprünge, welche zwei benachbarte, die Kanäle 103 bildenden Hohlräume trennen, dringen in die Hohlräume ein, welche die auf dem nächst gelegenen gestanzten Band vorgesehenen Kanäle 103 bilden. Im Gegensatz hierzu sind gemäß Fig. 11 die Zähne des einen Bandes den Zähnen des anderen Bandes benachbart und in diesem Fall weist das Ende jedes Zahnes eine konstante Breite auf, wobei die Trapezform nur für die mittlere Zone jedes Zahnes angenommen wird. Diese abgewandelte Stanzform nach Fig. 11 entspricht nicht der Ausführungsform nach Fig. 1, wurde jedoch als zusätzliches Beispiel beschrieben.

Fig. 12a und 12b sind eine schematische Darstellung der Verbindung der beiden Enden eines gebogenen Bandpakets mittels eines entsprechenden Hakens 106. An den Enden der Bänder des gebogenen Pakets werden im Augenblick der Bandstanzung schräg angeordnete Schlitze 107 vorgesehen, wobei der Haken 106 einen schwalbenschwanzförmigen Querschnitt aufweist, dessen Flügel in die schrägen Schlitze 107 eindringen. An den Rändern der Enden der gestanzten Bänder sind an einer Seite Vorsprünge 107a und an der anderen Seite hohle Formen 107b entsprechend 107 vorgesehen, welche gemäß Darstellung in Fig. 12b zusammenwirken können, um eine radiale Anordnung der beiden Enden mit Bezug aufeinander zu gewährleisten, wenn die Biegung erfolgt ist. Diese mechanische Verbindung läßt sich ohne weiteres durchführen, indem man die beiden Enden des gebogenen Bandpakets einander annähert und den Haken 106 in sein Lager gleiten läßt.

In Fig. 13a und 13b ist eine weitere Form der mechanischen Verbindung der beiden Enden des gebogenen Bandpakets dargestellt. In der Ausführungsform weisen die Enden jedes gestanzten Bandes einen Zahn 108a bzw. 108b auf, wobei die beiden Zähne 108a und 108b identisch ausgebildet und umgekehrt angeordnet sind. Die Verbindung mit Hilfe der Zahnsperre mit zwei Zähnen 108a und 108b erfolgt durch Abstützen der einen Fläche gegen die andere Abstützfläche 109a und 109b dieser beiden Zähne, wobei diese Abstützflächen parallel zur Achse der Zähne 101 verlaufen, derart, daß sie sich nach der Biegung des Bandpakets in einer radialen Ebene des Elementes 100 befinden. In dieser Ausführungsform können, wie in der vorangehenden, die beiden Enden des gebogenen Bandpakets mit geringem Herstellungsspiel miteinander in Berührung gebracht und gehalten werden.

In der in Fig. 14a und 14b dargestellten Ausführungs-

form erfolgt die mechanische Verbindung, indem nach der Verbindung ein Zwischenraum 110 zwischen den beiden verbundenen Enden belassen wird. Dies erfolgt unter Verwendung von zwei Kupplungsanschlüssen 110a und 110b, welche den Zähnen 108a und 108b entsprechen, jedoch mit Bezug auf die Achsen der benachbarten Zähne 101 schräge Abstützflächen aufweisen, wobei der Schrägheitsgrad so gewählt wird, daß die beiden Zähne nach der Verbindung aufeinander gehalten werden, wie sich dies aus der Fig. 14b ergibt.

Die vorstehend beschriebenen mechanischen Verbindungsmöglichkeiten gestatten die Umgehung einer Schweißung zur Verbindung der beiden Enden des gebogenen Bandpakets. Dadurch verringert sich der Herstellungspreis des Elementes. Im übrigen verringert die Anordnung von Kanälen 103 auf der peripheren Kante des Elementes 100 das Gewicht des Elementes, und die Formung der Kerbenböden ermöglicht die Aufrechterhaltung eines konstanten Querschnitts für den Durchgang von magnetischem Fluß.

In Fig. 15 ist der Biegevorgang eines Bandpakets 5 unter einem Winkel α von weniger als 360° (in der Zeichnung etwa 120°) dargestellt. Es wurden für die Elemente der Fig. 15 die gleichen Bezugszeichen beibehalten wie die für die entsprechenden Elemente in Fig. 3 verwendeten, welche dieser in dem Falle entspricht, daß $\alpha = 360^\circ$. Der diametral vertikale Schnitt des Biegerades ist der gleiche wie der in Fig. 4 dargestellte.

Das Paket 5 ist auf seiner Bahn in die Biegemaschine dargestellt, wobei die Einführung auf Rollen 6 erfolgt und die Achsen der Rollen 6 parallel verlaufen und eine Oberfläche beschreiben, welche einen ebenen Bereich auf der linken Seite des Punktes A in der Fig. 15 und eine zylindrische Zone mit ringförmiger Leitlinie entsprechend dem Bogen AB der Fig. 15 aufweist. Die Rollen 6 wirken auf der linken Seite des Punktes A als Rollenträger und in der dem Bogen AB entsprechenden Zone als Ablenkrollen. Der Bogen AB weist einen Wert zwischen etwa 60° und 90° auf. Bezüglich des Ablenkkorgans, welches aus den entlang dem Boden AB angeordneten Rollen 6 besteht, befindet sich ein Biegerad 7, eingespannt zwischen zwei identischen Flanschen 8, von denen einer abnehmbar ist. Zwischen dem Rad 7 und den Rollen 6 befindet sich ein Zwischenraum einer (radial gemessenen) Dicke von 15 mm. Der Rand der Flansche 8 weist eine Aufeinanderfolge von Zähnen auf, deren Achsen sich um 10° voneinander im Abstand befinden; die Höhe der Zähne 9 der Flansche 8 beträgt 11 mm, der Durchmesser der Flansche am Boden der Verzahnung 97 mm.

Das Bandpaket 5 wird auf den Rollen 6 angeordnet, wobei die Hohlräume 4 den Rollen 6 gegenüber angeordnet werden. Der Abstand zwischen den Achsen der beiden aufeinanderfolgenden Rollen 6 ist so gewählt, daß er kein Vielfaches des Abstands zwischen zwei aufeinanderfolgenden Hohlräumen 4 ausmacht. In jede Kerbe 3 des auf den Rollenträgern 6 angeordneten Bandpakets 5 wird eine Spindel 10 eingebracht, welche aus einem zylindrischen Stab eines Durchmessers von etwa 6 mm und einer Länge von 50 mm besteht; Vorzugsweise unterzieht man das Ende des Bandpakets 5, welches als erstes in die Zone A der Biegevorrichtung eingeführt werden soll, einer Vorbiegung durch eine Presse. Die Spindeln 10 sind mit Bezug auf die Längs-Symmetrie-Ebene des Bandpakets 5 symmetrisch angeordnet. Das mit Spindel 10 versehene Bandpaket 5 wird an die Zone A der in Fig. 3 dargestellten Biegemaschine herangeführt und das Rad in Richtung des Pfeils F angetrieben.

Die Zähne 9 der Flansche 8 wirken mit den Enden der Spindeln 10 zusammen und treiben demgemäß das Paket 5 in Richtung des Pfeils F in die Zone zwischen dem Rad 7 und den Rollen 6. Es ergibt sich somit eine progressive Biegung des Bandpakets 5 um das Rad 7. Die entlang dem Bogen AB angeordneten Biegerollen 6 werden von einem Führungselement 11 geführt, welches das gebogene Bandpaket 5 abgestützt gegen das Rad 7 zu Beginn der Biegung in der hinteren Zone hält.

Wenn das Biegerad 7 eine Drehung des Winkels α durchgeführt hat, nimmt das Paket 5 in seiner Gesamtheit die Form eines ringförmigen zylindrischen Sektors an entsprechend einem Flächenwinkel des Wertes α . Ist der Winkel relativ klein, kann das gebogene Paket ohne Demontage eines der Flansche vom Biegerad austreten. Ist dagegen der Winkel relativ groß, muß einer der Flansche vom Biegerad zum Herausziehen des gebogenen Pakets entfernt werden. Im Laufe der Biegung stützen sich die Seitenränder der Kerben 3 des Bandpakets 5 gegen die Spindeln 10 ab. Die Hohlräume 4 wirken als bevorzugte Faltpunkte derart, daß die Außenkante des gebogenen Pakets eine zylindrische Fläche mit polygonaler Basis ist, wobei die Spitzen des Polygons von den Achsen der Hohlräume 4 gebildet werden.

Anschließend wird das auf diese Weise erhaltene gebogene Paket mit zumindest einem anderen gebogenen Paket verbunden, woraus sich ein zylindrischer ringförmiger Sektor eines Flächenwinkels von 360° ergibt. Fig. 16 veranschaulicht schematisch die Bildung eines Elementes, das als Stator für einen Wechselstromgenerator an Fahrzeugen, der im wesentlichen aus zwei identischen, unter einem Flächenwinkel von 180° verlaufenden gebogenen Paketen besteht; die beiden gebogenen Pakete sind mit 20 bezeichnet. Sie sind mittels zweier in die beiden Verbindungszonen auf dem Außenrand des Elementes angeordneter identischer Haken 21 verbunden. Die beiden Haken weisen einen schwalbenschwanzförmigen Querschnitt und auf ihre Flügel greifen in die in dem Element vorgesehenen Schlitz ein wobei die Schlitz durch Stanzen an den Enden der Bänder, aus denen die gebogenen Pakete 20 bestehen erhalten werden.

In Fig. 17 ist eine andere Ausführungsform des Elementes für einen Wechselstromgenerator dargestellt. In dieser abgewandelten Ausführungsform besteht das Element aus drei identischen gebogenen Paketen 25, die jeweils in einem Flächenwinkel von 120° verlaufen. Die Außenwand des auf diese Weise gebildeten Elementes weist zur Achse des Elementes parallel verlaufende Kanäle 26 auf, deren Querschnitt halbkreisförmig ausgebildet ist, wobei der Radius dieser Halbkreis 4 mm beträgt. Ein Kanal 26 befindet sich rechtwinklig zu jedem Zahn 27 jedes gebogenen Pakets. Der Boden der zwei aufeinanderfolgenden Zähne 27 trennenden Kerben weist einen aus zwei Kreisbögen bestehenden rechtwinkligen Querschnitt auf, wobei die Achsen dieser Kreisbögen die Achsen der beiden der betreffenden Kerbe benachbarten Kanäle 26 sind. Die Verbindung der drei gebogenen Pakete wurde in dieser Ausführungsform nicht in einzelnen beschrieben. Sie kann durch Hakenwirkung wie bei der Ausführungsform nach Fig. 16, durch mechanische Kupplung oder aber durch Schweißung erfolgen.

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

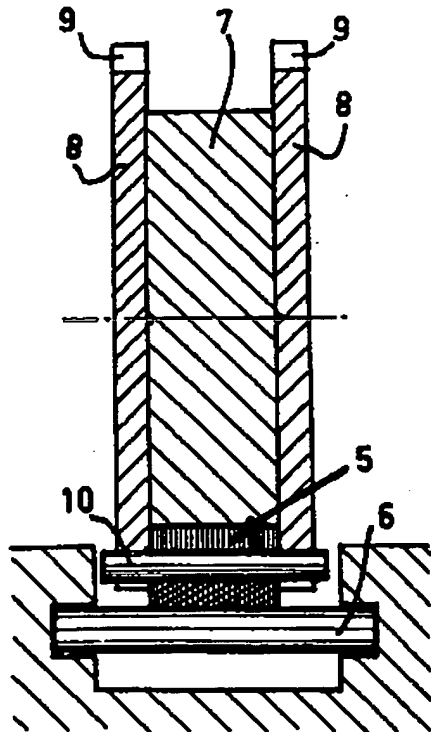


FIG. 4

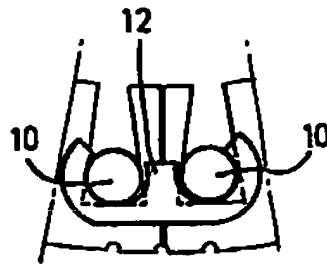


FIG. 6

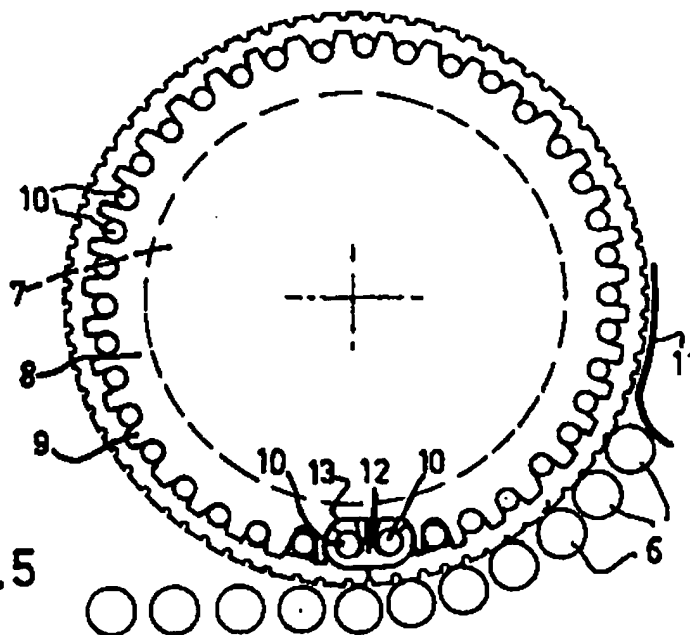


FIG. 5

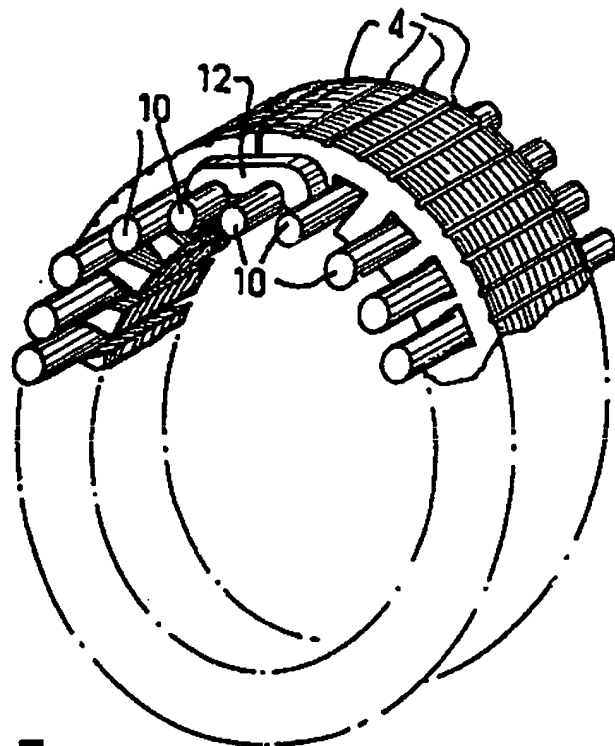


FIG. 7

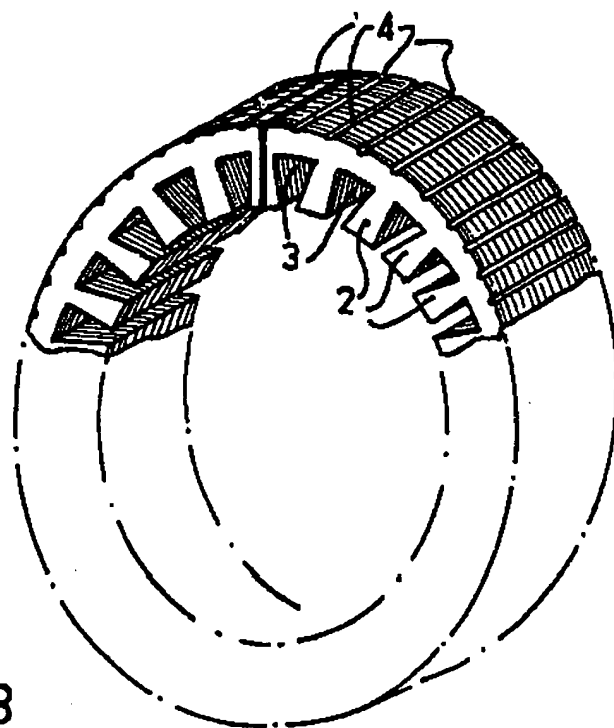


FIG. 8

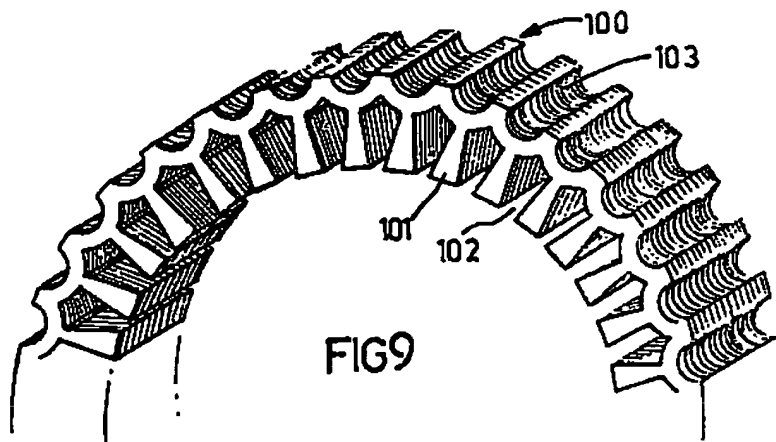


FIG 9

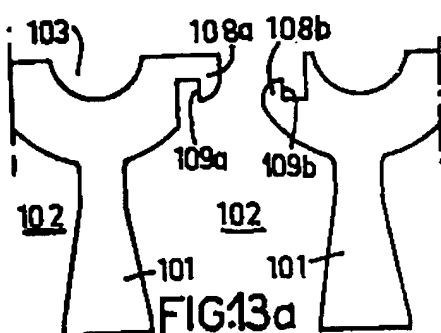


FIG 13a

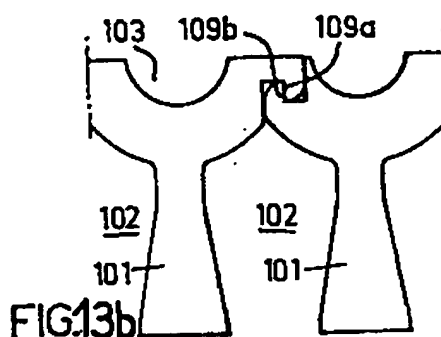


FIG 13b

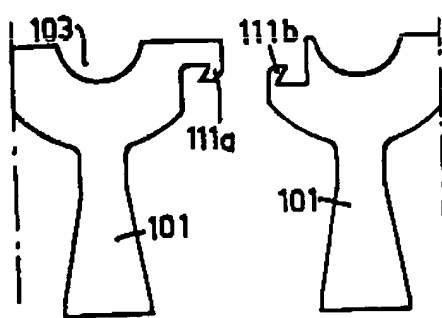


FIG 14a

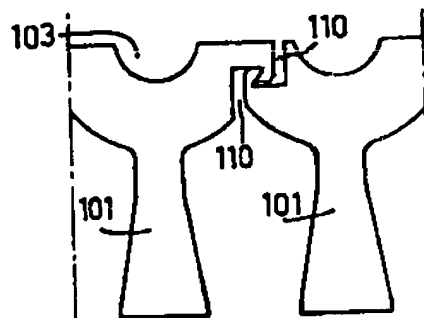


FIG 14b

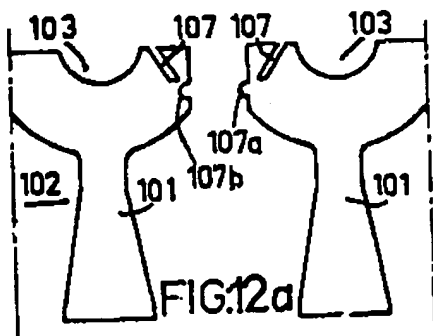


FIG 12a

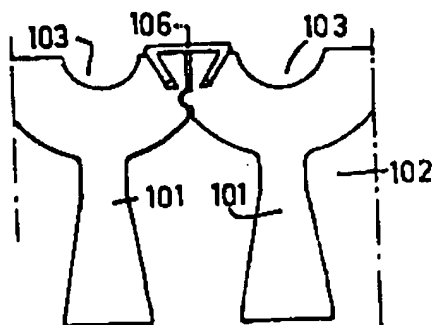


FIG 12b

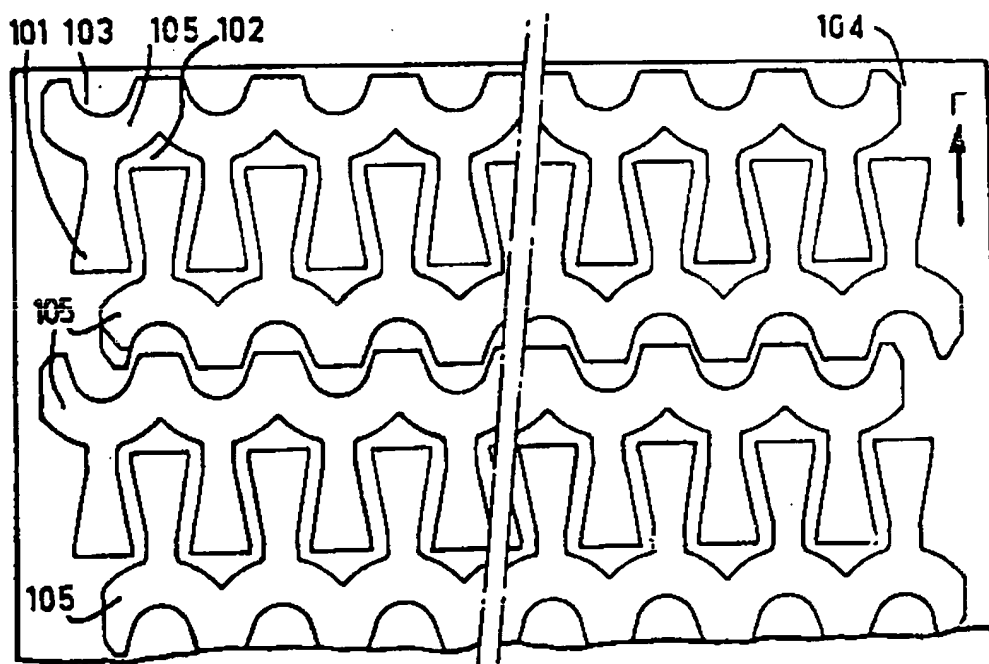


FIG. 10

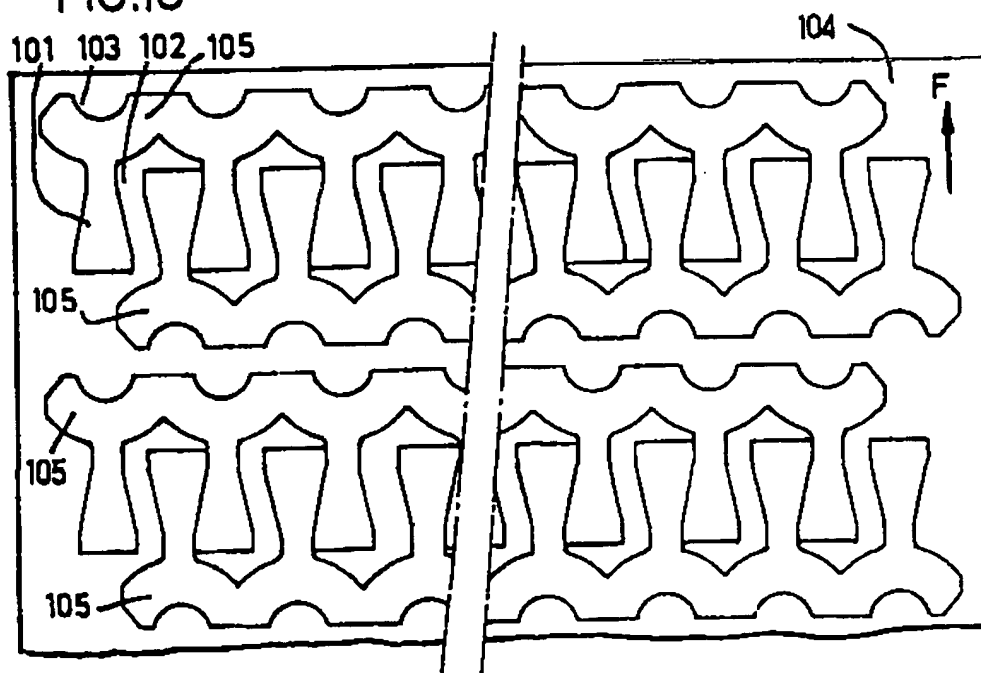


FIG. 11

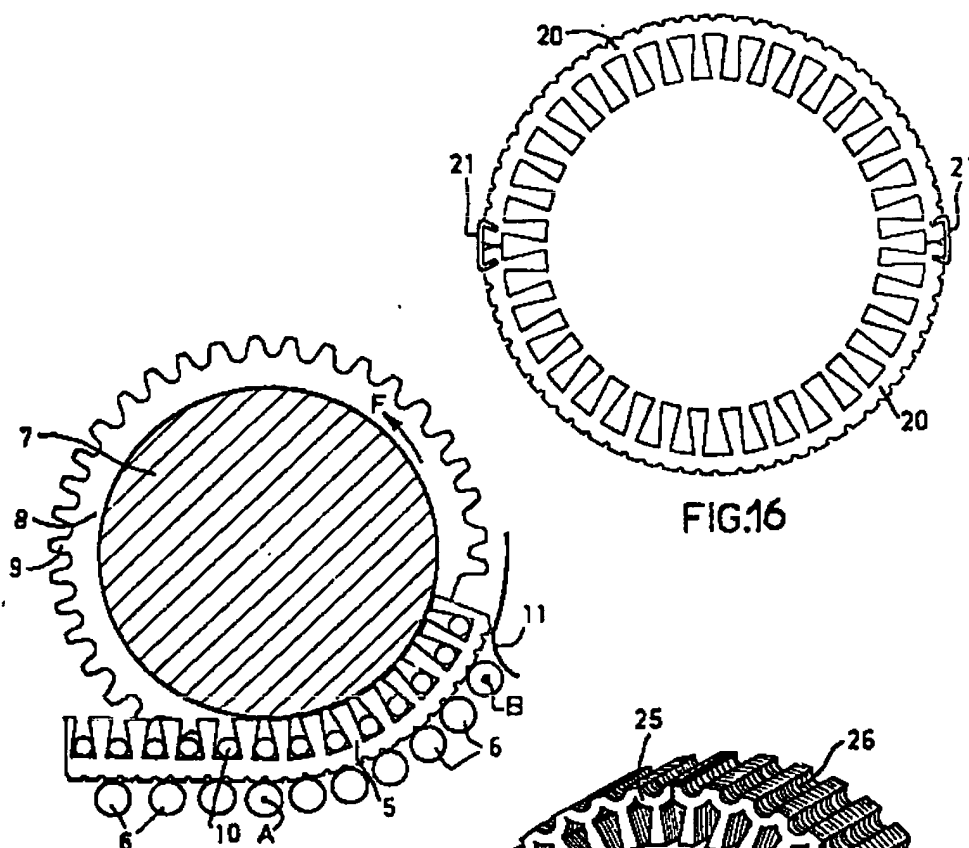


FIG.16

FIG.15

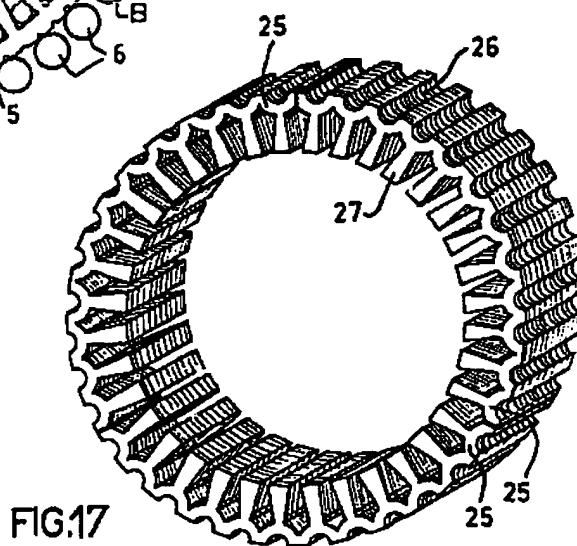


FIG.17